

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“Ezequiel Zamora”**



La Universidad que siembra

**VICERRECTORADO DE
PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL
ESTADO BARINAS**

**PROGRAMA
DE ESTUDIOS AVANZADOS**

**HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL
ESTADO BARINAS EN EL CONTEXTO DEL
DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Autor: Tulio Gutiérrez
Tutora: Gloria Zúccaro**

Barinas, febrero de 2022

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
“Ezequiel Zamora”



**Vicerrectorado de Planificación y
Desarrollo Social
Programa de Estudios Avanzados
Doctorado en Ambiente y Desarrollo**

La Universidad que siembra

**HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL ESTADO BARINAS
EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Requisito parcial para optar al grado de
*Doctor en Ambiente y Desarrollo***

**Autor: Tulio Gutiérrez
Tutora: Gloria Zúccaro**

Barinas, febrero de 2022

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi carácter de tutora de la Tesis Doctoral presentada por el ciudadano: Tulio José Gutiérrez, titular de la cédula de identidad N° 8.139.565, para optar al grado de Doctor en Ambiente y Desarrollo en el Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social de la UNELLEZ Barinas, considero que dicha Tesis reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Barinas, a los trece (13) días del mes de noviembre del año dos mil veinte (2020).



Gloria Zúccaro Bosco
C.I. N° 4.360.881

ACTA DE ADMISIÓN

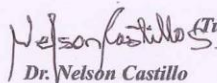
Siendo las 10:00 a.m. del día 22 de febrero 2022, reunidos en la Sede del Programa de Estudios Avanzados del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social de la UNELLEZ, los profesores: **Dra. Gloria Zúccaro**, (Tutor Coordinador UNELLEZ), **Dr. Nelson Castillo**, (Jurado Principal UNELLEZ), **Dr. Francisco Contreras**, (Jurado Externo UPTJFR), titulares de las cédulas de identidad N°: 4.360.881, 8.141.289, y 12.554.599 respectivamente, quienes fueron designadas por la Comisión Asesora de Estudios Avanzados del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social UNELLEZ, según **RESOLUCIÓN No CAEA/2022/02/28 DE FECHA: 17/02/2022, ACTA No 03 ORDINARIA, No 28** como miembros del Jurado para conocer el contenido de la tesis doctoral titulada **"HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL ESTADO BARINAS EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE"**, presentado por el doctorando: **Tulio Gutiérrez** titular de la Cédula de Identidad N° 8.139.565, con el cual aspira obtener el Grado Académico de **DOCTOR EN AMBIENTE Y DESARROLLO**; quienes decidimos por unanimidad y de acuerdo con lo establecido en el **Artículo 36 y siguientes de la Normativa para la Elaboración de los Trabajos Técnicos, Trabajos Especiales de Grado, Trabajos de Grado y Tesis Doctorales y 54 del Reglamento de Estudios Avanzados Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" – UNELLEZ 2021, ADMITIR** la tesis doctoral presentado y fijar la fecha de defensa pública, para el día 25 de febrero del 2022 a las 10:00 a.m. Dando fe y en constancia de lo aquí señalado firman:



Dra. Gloria Zúccaro

C.I. N° 4.360.881

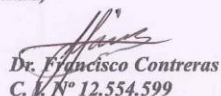
(Tutor Coordinador UNELLEZ)



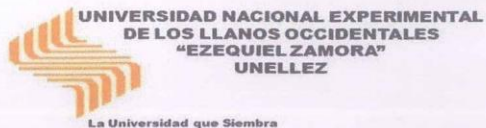
Dr. Nelson Castillo

C. I. N° 8.141.289

(Jurado Principal UNELLEZ)

Dr. Francisco Contreras
C. I. N° 12.554.599
(Jurado Externo UPTJFR)



ACTA DE VEREDICTO

Siendo las 10:00 a.m. del 25 de febrero de 2022, reunidos en la sede del Programa de Estudios Avanzados del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social de la UNELLEZ, los profesores: **Dra. Gloria Zúccaro** (Tutor Coordinador UNELLEZ), **Dr. Nelson Castillo** (Jurado Principal UNELLEZ) y **Dr. Francisco Contreras** (Jurado Externo UPTJFR), titulares de las Cédulas de Identidad N° 4.360.881 8.141.289, y 12.554.599, respectivamente, quienes fueron designados por la Comisión Asesora de Estudios Avanzados del Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social UNELLEZ, según **RESOLUCIÓN N° CAEA/2022/02/28 DE FECHA: 17/02/2022, ACTA N° 03 ORDINARIA, N° 28** como miembros del Jurado para conocer el contenido de la Tesis Doctoral titulada: **"HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL ESTADO BARINAS EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE"**, presentado por el doctorando **Tulio Gutiérrez C.I. 8.139.565**, estudiante del **Doctorado en Ambiente y Desarrollo**, con el cual aspira obtener el Grado Académico de **DOCTOR EN AMBIENTE Y DESARROLLO**, Procedimos a dar apertura y a presenciar la sustentación de dicho trabajo por su ponente. Con una duración de treinta (30) minutos. Posteriormente, la participante respondió a las preguntas formuladas por el jurado y defendió sus opiniones. Cumplidas todas las fases de la defensa, el jurado después de sus deliberaciones por unanimidad acordó **APROBAR CON MENCIÓN HONORÍFICA Y PUBLICACIÓN** la Tesis Doctoral aquí señalada. Dando fe y en constancia de lo aquí señalado firman:

Gloria Zúccaro
Dra. Gloria Zúccaro
 C. I. N° 4. 360.881
 (Tutor Coordinador UNELLEZ)

Nelson Castillo
Dr. Nelson Castillo
 C.I. N° 8.141.289
 (Jurado Principal UNELLEZ)



Francisco Contreras
Dr. Francisco Contreras
 C. I. N° 12.554.599
 (Jurado Externo UPTJFR)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, Tulio José Gutiérrez, titular de la cédula de identidad N° 8.139.565, hace constar que es el autor de la Tesis Doctoral titulada: Estimación de la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, la cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la tutora de dicha Tesis, Profa. Gloria Zúccaro Bosco, titular de la cédula de identidad N° 4.360.881; en tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización de la Tesis Doctoral, interpretación de los datos, la elaboración de las conclusiones y la propuesta del conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de la misma.

En la ciudad de Barinas, a los diecisiete (17) días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno (2021).



Tulio José Gutiérrez
C. I. N° 8.139.565

DEDICATORIA

A los hombres honestos de esta tierra,
de nuestro estado Barinas
y del resto de Venezuela,
quienes si dejan una Huella;
la cual prácticamente es imperceptible,
ya que influyen de manera positiva
sobre el ambiente y en nuestras vidas,
si bien son una minoría,
pero prefiero a esas minorías,
y no a la mayoría deshonestas;
dado que ellos también dejan Huella,
aunque si bien la que dejan,
es de maldad y malignidad.
Por ello, necesitamos más seres humanos,
que hagan el bien y no el mal,
que dejen más Huella sin déficits,
ya bien sea, Huella Ecológica, Huella Hídrica,
Huella de Carbono y Huella Social,
o lo que es lo mismo, Huella Ambiental
pero con superávit de Biocapacidad,
o Capacidad Biológica o Ecológica.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Virgen del Real y al Beato José Gregorio Hernández, ya que sin creencias, Fe y esperanza nada se puede lograr.

A mi padre Tulio (†) y a mi madre Ramona por haberme dado la vida.

A mi hija Andrea María, por ser el pilar para alcanzar esta meta.

A mis hermanos y hermanas por sus apoyos y ayudas incondicionales, y de manera especial a mi querido y siempre recordado hermano Alexis (†).

A doña Enriqueta Torrealba, quien me cobijó en mis años adolescentes.

A mis compadres Mireya y Edgar, por el apoyo permanente en los momentos que más los necesitaba.

Al Lcdo. Juan Carlos Ramírez, por ser su tutor del TG sobre la HE en la UNY; a la Dra. Fredezvinda Méndez, quien me designó como tutor; y a todos los estudiantes que les impartí clases en la UNY.

A la Dra. Gloria Zúccaro Bosco, Tutora y Profa., quien me dio su valioso aporte en la corrección de la tesis doctoral; agradezco altamente su dedicación.

A la Profa. Luz Cecilia Colmenares Timmer, por impartimos dos subproyectos, gracias por sus vastos conocimientos y alto profesionalismo.

A los Ings. Ricardo Córdova y Frank Rosales (MPPPAT) y al Econ. Edgar Manzano (INSOPESCA) por facilitarme las estadísticas agrícola, pecuaria y de pesca, respectivamente.

A los Ings. Carlos Avendaño (CIEBA), María Alejandra González (MPPP) y Raúl Gutiérrez (Cadigás, S.A.), por facilitarme los datos estadísticos de los consumos de energía eléctrica, gasolina y gasoil, y gas licuado de petróleo, respectivamente.

Al Ing Eder Mattié Henríquez, por el apoyo en los cálculos y medidas de los ríos y terrenos construidos del estado Barinas, y la elaboración de los mapas.

A mis compañeros doctorantes, y en especial a Javier Carrillo (†); a mis colegas de ingeniería de los RNR y de la maestría en Manejo de Fauna Silvestre y Acuática, a quienes siempre recuerdo con cariño.

A mis compañeros Guardafaunas y a mis amigos del MARNR con quienes laboré alrededor de 32 años.

PENSAMIENTOS

“Espero tener siempre suficiente firmeza y virtud
para conservar lo que considero,
que es el más envidiable de todos los títulos:
El carácter de hombre honrado”.

George Washington

“La corrupción es la peor lacra de la condición humana,
quien roba al pueblo se roba a sí mismo,
y debe ser declarado:
Un traidor a la patria”.

Simón Bolívar

“Mucha gente, especialmente la ignorante,
desea castigarte por decir la verdad,
por ser correcto, por ser tú.
Nunca te disculpes por ser correcto,
o por estar años por delante de tu tiempo.
Si estás en lo cierto y lo sabes,
que hable tu razón.
**Incluso si eres una minoría,
la verdad sigue siendo la verdad**”.

Mahatma Gandhi

“...Todas las cosas están unidas
como la sangre une a una familia.
Todo lo que le pasa a la Tierra,
les pasa también a los hijos de la Tierra.
**El hombre no teje la tela de la vida;
es sólo un hilo, y todo lo que hace a la tela
se lo hace a sí mismo...**”

Jefe Seattle

“Entre Cielo y Tierra
no hay nada oculto”.

Dios

Y en San Marcos 4:22, San Lucas 8:17 y San Mateo 10:26.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	pp.
<hr/>	
PÁGINAS PRELIMINARES	
Aprobación de la Tutora	iii
Acta de Admisión	iv
Acta de Veredicto	v
Declaración de Autoría	vi
Dedicatoria	vii
Agradecimiento	viii
Pensamientos	ix
Índice General	x
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xv
Lista de Siglas y Acrónimos	xvi
RESUMEN	xx
INTRODUCCIÓN	1
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
Fundamentación Teórica	8
Fundamentación de la Situación Actual del Problema Bajo una Perspectiva Epistemológica, Ontológica, Axiológica y Teleológica	12
Delimitación del Problema	15
Formulación del Problema de Investigación	21
Preguntas de la Investigación	22
Hipótesis de la Investigación	22
Objetivos de la Investigación	23
Objetivos Generales	23
Objetivos Específicos	23
Justificación de la Investigación	24
II MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
Antecedentes Relacionados con la Investigación	28
Antecedentes Históricos del Problema de Investigación	29
Investigaciones Preliminares	31
Antecedentes Internacionales	31
Antecedentes Nacionales	43
Fundamentos Legales	45
Leyes aprobatorias de Tratados, Convenios, Protocolos y Acuerdos Internacionales	46
Legislación Ambiental Venezolana	53
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000)	53

CAPÍTULO	pp.
Leyes Orgánicas	55
Ley Orgánica del Ambiente (2006)	55
Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983)	56
Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (1987)	56
Leyes Ordinarias	56
Ley Forestal de Suelos y de Aguas (1966)	57
Ley de Protección a la Fauna Silvestre (1970)	57
Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos (2001)	57
Ley de Aguas (2007)	58
Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (2008)	58
Ley de Tierras Urbanas (2009)	59
Ley de Reforma Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2010)	59
Ley de Bosques (2013)	59
Ley de Pesca y Acuicultura (2014)	60
Ley de Calidad de las Aguas y del Aire (2015)	60
Ley Penal del Ambiente (2012)	61
Leyes Estadales	61
Ley de Protección y Conservación de las Cuencas Hidrográficas y los Ríos del Estado Barinas (2005)	62
Ley de Preservación, Defensa y Conservación Ecológica y Ambiental del Estado Barinas (2010)	62
Reseña Histórica de la Protección Internacional del Ambiente	63
Reseña Histórica de la Huella Ecológica	66
Términos y Definiciones	68
Huella Ecológica	68
Huella Hídrica	70
Huella de Carbono	71
Huella Social	71
Biocapacidad	72
Desarrollo Sustentable	73
La Huella Ecológica y su Contribución con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2017)	77
Operacionalización de las Variables	81
III MARCO METODOLÓGICO	
El Enfoque de la Investigación	85
El Método	86
Procedimiento Metodológico para la Estimación de la Huella Ecológica	89

CAPÍTULO	pp.
Método para el Cálculo de la Subhuella Agrícola	92
Método para el Cálculo de la Subhuella Pecuaria	93
Método para el Cálculo de la Subhuella Pesquera	93
Método para la Cuantificación de la Subhuella Forestal	94
Método para la Cuantificación de la Subhuella de Carbono	94
Método para la Medición de la Subhuella de Infraestructura	96
Procedimiento Metodológico para la Determinación de la Biocapacidad	97
Método para la Determinación de la Biocapacidad	97
Balance Ecológico	98
Fórmulas para Calcular las Subhuellas Agrícola, Pecuaria, Pesquera, Forestal, de Carbono y de Infraestructura	99
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Agrícola	99
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Pecuaria	100
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Pesquera	101
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Forestal	102
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella de Carbono	102
Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella de Infraestructura	103
Fórmula Estadística para la Determinación de la Biocapacidad	104
Fórmula Estadística para Determinar la Biocapacidad	104
El Tipo de Investigación	104
El Diseño de la Investigación	106
La Recolección de la Información	107
Características de la Población y de la Muestra	107
Población y Muestra	107
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	108
Técnicas de Análisis de los Datos	110
Técnicas para la Estimación de la Huella Ecológica	110
Técnicas para la Estimación de la Biocapacidad	114
Confiabilidad de los Datos	115
Filosofía para la Estimación de la Huella Ecológica	116
Dificultades Causadas por la Pandemia del Coronavirus (COVID-19) para Conseguir los Datos Estadísticos	116
 IV PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
Análisis de la Información	118

CAPÍTULO	pp.
<hr/>	
Cálculos de las Subhuellas Agrícola, Pecuaria, Pesquera, Forestal, de Carbono y de Infraestructura	119
Subhuella Agrícola	120
Subhuella Pecuaria	123
Subhuella Pesquera	128
Subhuella Forestal	133
Subhuella de Carbono	135
Subhuella de Infraestructura	139
Estimación de la Huella Ecológica	142
Determinación de la Biocapacidad	145
V ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LA HUELLA ECOLÓGICA DEL ESTADO BARINAS	
Presentación	150
Propósito	151
Justificación de los Aportes a las Estrategias	152
Fundamentación de los Aportes a las Estrategias	153
Importancia de los Aportes a las Estrategias	155
Descripción de los Aportes a las Estrategias	156
Aportes a la Subhuella Agrícola	156
Aportes a la Subhuella Pecuaria	157
Aportes a la Subhuella Pesquera	158
Aportes a la Subhuella Forestal	160
Aportes a la Subhuella de Carbono	162
Aportes a la Subhuella de Infraestructura	163
Propuestas como Aportes de la Huella Ecológica al Conjunto de Estrategias para Disminuir la Huella Ecológica del Estado Barinas	164
Contribución de la Huella Ecológica con Ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2017)	168
Agua Limpia y Saneamiento (ODS 6)	169
Energía Asequible y No Contaminante (ODS 7)	170
Industria, Innovación e Infraestructura (ODS 9)	170
Ciudades y Comunidades Sostenibles (ODS 11)	170
Producción y Comercio Responsable (ODS 12)	171
Acción por el Clima (ODS 13)	171
Vida Submarina (ODS 14)	171
Vida y Ecosistemas Terrestres (ODS 15)	172
Ventajas y Desventajas Causadas por la Pandemia del COVID-19 para Disminuir o Aumentar la Huella Ecológica del Estado Barinas	172
Consideraciones y Reflexiones Finales	173

CAPÍTULO	pp.
VI CONCLUSIONS Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	176
Recomendaciones	177
REFERENCIAS	179
ANEXOS	190
GLOSARIO	226

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	pp.
1. Superficies de los municipios con sus capitales, la población del año 2011 y la proyección para el año 2018 del estado Barinas, año 2021	17
2. Número de habitantes para el año 2011, proyección para el año 2018 y superficie por parroquias del municipio Barinas, año 2018	20
3. Operacionalización de las variables de investigación	82
4. Tipos de rubros, superficies productivas y ocupadas por construcciones para el cálculo de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura del estado Barinas, año 2021	91
3. Factores de equivalencia según categorías de superficie productiva	112
4. Comparación entre la huella ecológica y la biocapacidad	115
7. Cálculos realizados a los cultivos agrícolas consumidos para la estimación de la subhuella agrícola de la población del estado Barinas, año 2021	121
8. Cálculos realizados a los productos pecuarios cárnicos y a los alimentos procesados de los animales para la estimación de la subhuella pecuaria de la población del estado Barinas, año 2021	124
9. Cálculos realizados a los productos pecuarios para el complemento de la estimación de la subhuella pecuaria de la población del estado Barinas, año 2021	126
10. Especies de peces capturados en ríos y sus respectivas Subhuellas por rubros fluviales del estado Barinas, año 2021	129
11. Especies de peces producidas en lagunas para el cálculo de la subhuella parcial por rubros piscícolas a la población del estado Barinas, año 2021	131
12. Cálculos realizados de los productos forestales del bosque natural y plantado aprovechado para la estimación de la subhuella forestal, año 2021	133
13. Consumo de combustibles fósiles (gasolina, gasoil y gas licuado de petróleo), de energía eléctrica e incendios de vegetación (alta, mediana y baja) en el estado Barinas, año 2021	136
14. Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de áreas urbanizadas de los municipios del estado Barinas, año 2021	139
15. Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de vialidad para el transporte del estado Barinas, año 2021	140
16. Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de cuerpos agua del estado Barinas, año 2021	140
17. Cálculos realizados para la estimación de la biocapacidad del estado Barinas, año 2021	146
18. Comparación entre las subhuellas y la biocapacidad del estado Barinas, año 2021	147

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	pp.
1. Mapa de los municipios del estado Barinas	17
2. Mapa de las parroquias del estado Barinas	19
3. Mapa de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) del estado Barinas	25
4. Los tres pilares del desarrollo sostenible: ecológico, económico y social (UN, WCED, 1987)	75
5. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2017)	78
6. Subhuellas rubros agrícolas y subhuella agrícola del estado Barinas (2018)	122
7. Subhuellas rubros pecuarios del estado Barinas (2018)	125
8. Subhuellas rubros procesados pecuarios del estado Barinas (2018)	127
9. Subhuellas rubros pecuarios, rubros pecuarios procesados y subhuella pecuaria del estado Barinas (2018)	127
10. Subhuellas rubros fluviales y piscícolas y subhuella pesquera del estado Barinas (2018)	131
11. Subhuellas productos forestales (madera en rola, madera aserrada, leña y carbón) y subhuella forestal del estado Barinas (2018)	134
12. Subhuellas de combustibles fósiles, energía eléctrica e incendios forestales y subhuella de carbono del estado Barinas (2018)	138
13. Subhuellas de áreas urbanizadas, vías de comunicación, cuerpos de agua y subhuella de infraestructura del estado Barinas (2018)	141
14. Subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura del estado Barinas (2018)	143
15. Huella ecológica, biocapacidad y déficit ecológico del estado Barinas (2018)	147
16. Comparación entre las huella ecológicas de otros autores con la huella ecológica del estado Barinas (2018)	149
17. Mapa de ríos que nacen y/o atraviesan el estado Barinas	160
18. Los cuatro pilares del desarrollo sustentable: ecológico, económico, político y social (UN, WCED, 1987), con modificaciones	168
19. Contribución de la huella ecológica con ocho de los 17 Objetivos	169

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Siglas y Acrónimos

AARN	Autorización de Afectación de Recursos Naturales
ABRAE	Áreas Bajo Régimen de Administración Especial
ACU	Autorización de Conformidad de Uso
ACV	Análisis del Ciclo de Vida
ANAPRO	Áreas Naturales Protegidas
AOT	Autorización de Ocupación del Territorio
BC	Biocapacidad
BCCA	Base de Costes de la Construcción de Andalucía
BE	Balance Ecológico
CADIGAS	Control y Automatización de Distribución de Gas
CC	Capacidad de Carga
CCL	Capacidad de Carga Local
CCT	Capacidad de Carga Territorial
CDFRSU	Centro de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos
CE	Capacidad Ecológica
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIEBA	Colegio de Ingenieros del Estado Barinas
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especie Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CLD	Lucha Contra la Desertificación
CLUM	Matriz de Consumo de Uso del Suelo o la Tierra
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	Capital Natural
CORPOELEC	Corporación de Electrificación
COT	Código de Ordenamiento Territorial
COVID-19	Coronavirus de 2019
CRBV	Constitución de la República Bolivariana de Venezuela
EOS	Esquema de Ordenamiento Sumario
EQF	Equivalence Factor / Factor de Equivalencia
FANB	Fuerza Armada Nacional Bolivariana
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FUDENA	Fundación para la Defensa de la Naturaleza
GEI	Gases de Efecto Invernadero
FVS	Fundación Vida Sostenible
GFN	Global Footprint Network / Red Global de la Huella
GHG PROTOCOL	Ecológica Greenhouse Gas Protocol / Protocolo de Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
HC	Huella de Carbono

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS (CONT.).

Siglas y Acrónimos

HE	Huella Ecológica
HET	Huella Ecológica Total
HH	Huella Hídrica
HS	Huella Social
IGVSB	Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INPARQUES	Instituto Nacional de Parques
INSOPESCA	Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change / Panel Intergubernamental del Cambio Climático
IPV	Índice de Planeta Vivo
ISO	International Organization for Standardization / Organización Internacional de Estandarización
LB	Ley de Bosques
LPCCHREB	Ley de Protección y Conservación de las Cuencas Hidrográficas y los Ríos del Estado Barinas
LPDCEAEB	Ley de Preservación, Defensa y Conservación Ecológica y Ambiental del Estado Barinas
LDPTEB	Ley de División Político Territorial del Estado Barinas
LGDB	Ley de Gestión de la Diversidad Biológica
LOA	Ley Orgánica del Ambiente
LOOU	Ley Orgánica de Ordenación Urbanística
LOPOT	Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio
LPA	Ley Penal del Ambiente
LPFS	Ley de Protección a la Fauna Silvestre
LSMDP	Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligroso
MARNR	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables
MPPAPT	Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras
MPPP	Ministerio del Poder Popular de Petróleo
MPPE	Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo
MPPEE	Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica
NFA	National Footprint Accounts / Cuentas Nacionales de la Huella Ecológica
NU	Naciones Unidas / United Nations
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAS 2050	Publicly Available Specification / Especificación Disponible Públicamente

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS (CONT.)

Siglas y Acrónimos

PDUL	Plan de Desarrollo Urbano Local
PFNM	Productos Forestales No Madereros
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POTEB	Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas
RAMSAR	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas
REGVEN	Red Geodésica Venezolana
SACO	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
SC	Subhuella Cultivos
SE	Subhuella Energía
SIGEFOR	Sistema de Información Geográfica Forestal
SHAGRI	Subhuella Agrícola
SHCAR	Subhuella de Carbono
SHINF	Subhuella de Infraestructura
SHFOR	Subhuella Forestal
SHPEC	Subhuella Pecuaria
SHPES	Subhuella Pesquera
SM	Subhuella Mar
SP	Subhuella Pastos
SSC	Subhuella Superficie Construida
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINANAPRO	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TIO-A	Tablas Input-Output de Andalucía
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UTA	Unidad Territorial Agrícola
WCED	World Commission on Environment Development / Comisión Mundial del Medio Ambiente
WWF	World Wildlife Fund Nature / Fondo Mundial para la Naturaleza
ZM	Zona Metropolitana



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS
LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
UNELLEZ BARINAS
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y
DESARROLLO SOCIAL
DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO**

Línea de investigación: Desarrollo Sustentable

**HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL ESTADO BARINAS
EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**

Doctorante: Tulio José Gutiérrez

Tutora: Gloria Zúccaro Bosco

Fecha: Febrero de 2022

RESUMEN

La presente tesis doctoral tuvo como objetivo general estimar la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, año 2018, con el fin de elaborar un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica de dicho estado, para lo cual se establecieron ocho objetivos específicos. Se empleó una metodología de investigación cuantitativa del tipo *ex post facto*, que significa después de hecho, haciendo alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis; también es entendida como una búsqueda sistemática y empírica en la cual el científico no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente manipulables; además, el estudio es de tipo comparativo-causal, ya que se interesan en identificar relaciones del tipo causa-efecto, pero dada la naturaleza del fenómeno resulta imposible por algún motivo manipular experimentalmente las variables. Los resultados de la estimación de la huella ecológica del estado Barinas arrojaron un valor de 5,908 ha/per, dado que las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura dieron valores de 0,057 ha/per (0,97 %), 5,347 ha/per (90,50 %), 0,304 ha/per (5,15 %), 0,005 ha/per (0,08 %), 0,167 ha/per (2,83 %) y 0,028 (0,47 %), respectivamente; mientras que la biocapacidad dio un valor de 4,836 ha/per. Se concluye que al presentar la huellas ecológica un valor de 5,908 ha/per y la biocapacidad de 4,836 ha/per, existe un déficit ecológico de 1,072 ha/per; por lo tanto, se deben tomar en cuenta las propuestas de los aportes incluidos en el capítulo V, con el fin de disminuir la huellas ecológica e incrementar la biocapacidad del estado Barinas.

Palabras clave: Huella Ecológica, Biocapacidad, Desarrollo Sustentable, Estado Barinas.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS
LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
UNELLEZ BARINAS
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y
DESARROLLO SOCIAL
DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO**

Research line: Sustainable Development

**ECOLOGICAL FOOTPRINT AND BIOCAPACITY OF THE BARINAS STATE
IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Doctorante: Tulio José Gutiérrez

Tutora: Gloria Zúccaro Bosco

Fecha: Febrero de 2022

ABSTRACT

The present doctoral thesis had the general objective of estimating the ecological footprint and biocapacity of the state of Barinas in the context of sustainable development, year 2018, in order to develop a set of strategies to reduce the ecological footprint of said state, for which eight specific objectives were established. A quantitative research methodology of the *ex post facto* type was used, which means after the fact, alluding to the fact that the event occurs first and then the possible causes and consequences are analyzed, so it is a type of research where the phenomenon or situation under analysis is not modified; It is also understood as a systematic and empirical search in which the scientist does not have direct control over the independent variables because their manifestations have already occurred or because they are intrinsically manipulable; Furthermore, the study is of a comparative-causal type, since they are interested in identifying cause-effect relationships, but given the nature of the phenomenon it is impossible for some reason to manipulate the variables experimentally. The results of the estimation of the ecological footprint of the Barinas state yielded a value of 5.908 ha/per, given that the agricultural, livestock, fishing, forestry, carbon and infrastructure sub-footprints gave values of 0.057 ha/per (0.97 %), 5,347 ha/per (90.50 %), 0.304 ha/per (5.15 %), 0.005 ha/per (0.08 %), 0.167 ha/per (2.83 %) and 0.028 (0.47%), respectively; while the biocapacity gave a value of 4.836 ha/per. It is concluded that by presenting the ecological footprint a value of 5.908 ha/per and the biocapacity of 4.836 ha/per, there is an ecological deficit of 1.072 ha/per; therefore, the proposals of the contributions included in chapter V must be taken into account, in order to reduce the ecological footprint and increase the biocapacity of the state of Barinas.

Keywords: Ecological Footprint, Biocapacity, Sustainable Development, State of Barinas.

INTRODUCCIÓN

La situación socioambiental que se presenta actualmente es crítica e inestable en el planeta, dado al supuesto equilibrio ecológico que en un período aproximado de 2.000 millones de años que demoró el planeta Tierra en alcanzarlo, se está yendo a la deriva por la precaria concienciación y sensibilización ecológica que involucra a la población mundial; esto a un ritmo acelerado, pues se estima que en los últimos 200 años la calidad ambiental ha decrecido a la mitad de décadas anteriores, peor aún, resulta que muchas sociedades contemporáneas desarrollan sus economías ignorando o no reconociendo los límites biofísicos de la biosfera (Wackernagel and Rees, 1996).

Tales situaciones se han incrementado en los últimos años, por lo que la demanda cada vez mayor de recursos por parte de una población creciente está poniendo una enorme presión sobre la diversidad biológica y amenaza la seguridad futura, la salud y el bienestar humano. Se estima que se está viviendo como si se tuviera un planeta extra para ser disponible, ya que se está utilizando cerca de 40 % más de los recursos que la Tierra puede producir rápidamente, e incluso si se continúa con esta tendencia para el año 2030 dos planetas no serían suficientes (World Wide Fund for Nature, [WWF], 2011).

Continuando con el WWF (2011), se puede crear un futuro próspero que provea alimentos, agua y energía para 9 o 10 mil millones de personas que van a compartir el planeta en 2050, siempre y cuando los gobiernos, instituciones, organizaciones, empresas e individuos se concienticen y sensibilicen de la problemática ambiental y ejerzan con sabiduría y con hechos prácticas sustentables, puesto que las soluciones se encuentran en áreas tales como la reducción en la generación de residuos sólidos, la gestión sustentable del manejo del agua y el uso de fuentes de energía renovables que sean limpias y abundantes, como la solar, eólica, geotérmica, hidráulica, entre otras.

Por consiguiente, el fenómeno más grande en las últimas cinco décadas apenas recibe atención en los medios o los círculos políticos, académicos o empresariales, pues se trata de la “Gran Aceleración”, un evento único en los 4.500 millones de años de historia del planeta (Steffen *et al.*, 2015). Asimismo, desde el año 1800, la población mundial se ha septuplicado, pasando a los 7.600 millones y la economía mundial es 30 veces mayor, pero ha sido en los últimos 50 años en los que el desarrollo económico ha impulsado un aumento exponencial de la demanda de energía, de tierras y agua que está cambiando de manera fundamental el sistema operativo de la Tierra, por lo que el cambio inducido por los humanos es tan grande que muchos científicos creen que se está entrando en una nueva época o período geológico denominado Antropoceno. (Waters *et al.*, 2016; WWF, 2016).

En el Antropoceno a causa de la “Gran Aceleración”, el clima ha variado y cambiado a mayor velocidad, los océanos se están acidificando a un paso constante por efectos de los agroquímicos y fertilizantes, los biomas del mundo están desapareciendo, y con ello la diversidad biológica, a un ritmo medible y cuantificable en el período de vida de un ser humano, es decir, menos de 100 años; nos obstante, los avances tecnológicos han traído algunos beneficios a corto y mediano plazo a buena parte de la humanidad, debido al aumento en la expectativa de vida, disponibilidad de alimentos, gran diversidad de medicinas, riqueza exorbitante en un porcentaje bajo de la población, seguridad jurídica y ciudadana, lo que trajo como consecuencia la distribución desigual de la riqueza y el deterioro del capital o patrimonio natural (Monfreda *et al.*, 2004; Wackernagel *et al.*, 1999; WWF, 2018).

Las actividades humanas que se desarrollan en una parroquia, municipio, estado, región o país dependen de los recursos naturales que posea, como flora y fauna silvestres, aguas superficiales y subterráneas, suelos fértiles y productivos, materiales minerales metálicos y no metálicos, energías renovable y no renovable, aire limpio para absorción de residuos, además de otras fuentes alternativas de apoyo a la vida que sólo el ambiente puede aportar. Los individuos que conforman la

sociedad realizan sus actividades diarias dentro y fuera del lugar donde viven, por lo que generan impactos capaces de degradar el ambiente, es decir, los llamados impactos ambientales y socioculturales continuos y frecuentes, causado por la producción de alimentos de origen vegetal y animal, el aprovechamiento de las aguas, vías para el desplazamiento a los sitios de trabajo, y otras actividades propias de la dinámica de la población, por lo que consumen recursos y generan residuos, lo que implica un impacto al ambiente y a sus habitantes.

Las personas forman parte del ambiente, por lo que dependen inevitablemente del mismo para satisfacer sus necesidades más elementales, como el consumo de alimentos de origen vegetal integrado por cereales, fabáceas, musáceas, tubérculos y raíces, hortalizas, frutales, plantaciones y otros, así como diferentes y diversos productos de origen animal para su alimentación; la tala de árboles para la fábrica de papel y cartón; madera aserrada para la fabricación viviendas, muebles, y otros; árboles secos y muertos para la producción de leña y carbón; energía para producir electricidad y fuentes fósiles para producir combustibles; terrenos para la construcción de infraestructura, vías de comunicación para el transporte automotor y cuerpos de agua para el consumo humano, el riego de cultivos y para el control de inundaciones; por lo tanto, cada uno de estos servicios ocupan un espacio físico productivo, ya bien sea dentro o fuera de la superficie denominada parroquia, municipio, estado, región o país.

Entre los compromisos que toda ciudad y su población perteneciente a un estado en continuo crecimiento y desarrollo presenta, se tiene que mencionar la definición de políticas públicas y estrategias de planificación en un periodo establecido y subsecuente; un plan de gestión ambiental interna de recolección, selección y disposición de desechos de origen domésticos e industriales y manejo de desechos tóxicos peligrosos y un plan de desarrollo sustentable para el crecimiento de la población, aunado a la prestación de servicios públicos que sean eficientes y

eficaces en el espacio y en el tiempo para que las ciudades y por ende los estados sean urbanamente sustentables.

La huella ecológica, de acuerdo con Wackernagel and Rees (1996), es un indicador agregado que se utiliza a escala de naciones, regiones, estados, municipios y parroquias, y se expresa en hectáreas por habitante (ha/hab); por tanto, la huella ecológica es un coeficiente que, conociendo la población en el momento del cálculo y la extensión de la región considerada, puede traducirse en un área. Por consiguiente, cuanto mayor sea la huella de una parroquia, municipio, estado, región o país, mayor será el impacto ambiental que provoca tanto dentro como fuera de sus límites. (Lin *et al.*, 2018).

El aumento de la huella ecológica especialmente en los países desarrollados y a nivel mundial, según el Global Footprint Network [GFN] (2011), muestra un modelo de desarrollo insustentable e irracional y extensivo de ocupación del territorio, aunado a un incremento constante de la demanda de los recursos naturales del planeta excediendo la biocapacidad o capacidad ecológica o también llamada capacidad de carga; como ejemplo se tiene que para el año 2011, los países de los Emiratos Árabes Unidos y Catar son los que poseen mayores huellas ecológicas, seguidas de Dinamarca, Bélgica, Estados Unidos, Estonia, Canadá, Australia, Kuwait e Irlanda; por el contrario, los países localizados en África y Asia, excepto Haití, son los que poseen menor huella ecológica.

En consecuencia, estos lugares o sitios donde se ubican todas estas naciones, demuestran que los países desarrollados no deben ni tienen derecho de continuar con el derroche y despilfarro de recurso naturales, a pesar de ser adquiridos a muy bajos costos en los países en vías de desarrollo, todo ello debido al poder adquisitivo que tienen por el cambio de moneda, dado que por más beneficios económicos que les valga adquirir estas materias primas en dichos países, las consecuencias del aumento de la huella ecológica es de manera alarmante, puesto que lo que se genera de manera

local va a repercutir de manera global y viceversa, por lo tanto cada día las ciudades serán menos soportables para vivir y no resilientes.

Aunado a ello, la ubicación de Venezuela geoespacialmente es estratégica, y en materia ambiental no es la excepción; sin embargo, a pesar de las riquezas de recursos naturales que la naturaleza le ofrece, ésta puede seguir disminuyendo y deteriorándose si el gobierno y las instituciones que tienen que velar por la protección del ambiente, incluyendo la población, no toman las medidas necesarias para prevenir, vigilar y controlar su espacio geográfico, ya que se han presentado casos en donde el área biológicamente productiva de la nación se ha visto afectada por el crecimiento poblacional y por ende, el consumo de bienes y servicios por persona.

Ahora bien, en el documento titulado División Político Territorial de la República Bolivariana de Venezuela con fines estadísticos, se expone que el estado Barinas está ubicado al suroeste de Venezuela y se extiende a lo largo de la margen norte del río Apure, entre las coordenadas geográficas $9^{\circ} 5'$ y $7^{\circ} 20'$ de latitud norte y $67^{\circ} 30'$ y $71^{\circ} 55'$ de longitud oeste. Limita por el norte con los estados Táchira, Mérida, Trujillo, Cojedes, Portuguesa y Guárico; por el este con los estados Guárico y Portuguesa; por el sur, con el estado Apure; y por el oeste, con los estados Táchira y Mérida (INE, 2013). Actualmente el estado Barinas se divide en 12 municipios y 54 parroquias, siendo las poblaciones más importantes, además de la capital Barinas, Barinitas, Socopó, Ciudad Bolivia, Sabaneta, Santa Bárbara, El Cantón, Libertad, Obispos, Ciudad de Nutrias, y Arismendi. (LDPTEB, 1999).

Asimismo, el relieve del estado Barinas es en mayor medida plano, aunque presenta una zona de transición o piedemonte en el extremo occidental que se define a partir de las estribaciones de la Cordillera de Los Andes, y que se dispone en el extremo occidental de noreste a suroeste. Al norte del estado Barinas se encuentra la sierra de Santo Domingo, con 4.700 msnm como punto de cota máxima para la entidad, con un dominio del clima tropical lluvioso de sabana, registrándose un

promedio anual de temperatura de 26,4 °C y una precipitación de 1.786 mm anuales (INE, 2013).

Así pues, es necesario estimar la huella ecológica de las ciudades de los países, ya que el 45 % de la humanidad vive en ciudades y se espera que 61 % lo haga en el año 2025; por otra parte, en América, más del 80 % de la población vive en núcleos urbanos (Organismo de Naciones Unidas, [ONU], 2018). El estado Barinas ocupa el noveno (9no.) lugar con mayor superficie del país con 35.200 km², lo que representa el 3,84% del territorio nacional; mientras que el municipio Barinas, aparte de tener más habitantes que el resto de los municipios juntos, reside en zonas urbanas el 83 % de su población (Instituto Nacional de Estadísticas [INE] (2011a), ya que los núcleos urbanos tienden a expandirse, puesto que la mayoría de las decisiones políticas, económicas, sociales y ambientales se toman en las mismas.

La presente investigación se conformó en seis capítulos; el Capítulo I, contiene el Planteamiento del Problema, con la fundamentación teórica, la delimitación y formulación del problema, los objetivos generales y específicos y la justificación de la investigación; es decir, este capítulo expone el problema existente, así como la relevancia del mismo, además de las pautas para el desarrollo de la investigación. En el Capítulo II, se presenta el Marco Teórico Referencial, con los antecedentes relacionados con la investigación, tanto internacional como nacional; los fundamentos legales, sustentados en los convenios internacionales y en la legislación ambiental venezolana, el sistema teórico epistemológico; la reseña histórica, los términos y definiciones de la huella ecológica y la biocapacidad; la contribución de la huella ecológica con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y la operacionalización de variables; que se refieren a los referentes teóricos que sirven de fundamento para la investigación.

Por su parte el Capítulo III, contiene el Marco Metodológico, con el enfoque de la investigación; el procedimiento metodológico para la estimación de la huella

ecológica y para la determinación de la biocapacidad; las fórmulas estadísticas para el cálculo de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, y para determinar la biocapacidad, el tipo y el diseño de la investigación; la recolección de la información; las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las técnicas de análisis de los datos; el cálculo de la huella ecológica y la biocapacidad y la confiabilidad de los datos.

Mientras el Capítulo IV contiene la Presentación, Interpretación y Discusión de los Resultados, con análisis de la información, los cálculos de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, la estimación de la huella ecológica, la determinación de la biocapacidad. En tanto que el Capítulo V recoge las Estrategias para Disminuir la Huella Ecológica del Estado Barinas, con la presentación; el propósito; la justificación, la fundamentación, la importancia y descripción de los aportes a las estrategias; el conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica; las propuestas a las políticas como aportes para ser aplicadas para disminuir la huella ecológica del estado Barinas; la contribución con ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las consideraciones y reflexiones finales. Y por último el Capítulo VI presenta las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Fundamentación Teórica

El ambiente junto con las especies vegetales y animales han evolucionado a lo largo de la historia, por lo que este proceso ha dado como resultado individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, zonas de vida y biomas muy diversos y sumamente complejos, los cuales viven y se desarrollan en equilibrio, proporcionando y suministrando variadas fuentes de alimento vegetal y animal, agua superficial y subterránea, suelos productivos y fértiles, fuentes de energía limpias, animales silvestres de los taxones mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, junto a los invertebrados que conforman la cadena alimentaria; además árboles con vocación forestal, árboles frutales, plantas ornamentales y medicinales y, bellezas escénicas para la recreación y el esparcimiento de los habitantes del planeta Tierra.

Por lo tanto, estos bienes y servicios ambientales, en el presente se están erosionando, degradando, devastando, contaminando y agotando aceleradamente, por lo que se corre el riesgo inminente que junto a esos recursos naturales, la humanidad entera también se vea afectada de manera directa e indirecta, y por ende la más afectada, donde los países en vías de desarrollo son los más perjudicados, porque presentan mayor concentración de población y pobreza, con padecimientos de hambrunas más recurrentes, más susceptibles a plagas y enfermedades, a grandes sequías e inundaciones más frecuentes, lo cual incrementa sus padecimientos y hace mucho más difícil salir del atraso, la pobreza y la miseria en que se encuentran.

En consecuencia, se deben diseñar respuestas que estén a la altura del desafío de adoptar modelos y modos de producción y consumos sustentables y resilientes, por lo que este reto también está descrito en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (FAO, 2015; NU, 2016). La protección del capital o patrimonio natural de la Tierra y de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas beneficia a las personas tanto como a la naturaleza, ya que en un entorno natural debilitado y destruido, es mucho menos probable de construir un futuro equitativo, justo y próspero para disminuir la pobreza y mejorar la salud (WWF, 2018).

Los recursos naturales, sustentados por la diversidad biológica, suministran gran cantidad de bienes y servicios necesarios y esenciales como el aporte de oxígeno y absorción de carbono, suelos fértiles, disponibilidad de agua limpia, conservación y preservación de la flora y de la fauna silvestre, el disfrute de las bellezas escénicas, entre otros, los cuales se convierten en los pilares principales y fundamentales de la sociedad moderna; pero la biodiversidad está desapareciendo a un ritmo acelerado y alarmante, a pesar de los convenios, tratados, protocolos y acuerdos internacionales suscrito por casi 200 países, entre ellos el Convenio sobre Diversidad Biológica del año 1992, por lo que esta pérdida no compensa el propósito de los objetivos y metas trazadas, dado que en la actualidad las acciones emprendidas y ejecutadas sólo logran reducirla en un bajo porcentaje los daños ambientales.

Por consiguiente, Wackernagel and Rees (1996), acuñaron el término de huella ecológica, catalogándola como un indicador agregado, la cual se utiliza a escala nacional, regional, estatal, municipal o parroquial, y se expresa en hectáreas per cápita (ha/per cáp o ha/cap), o también en hectáreas por hab (ha/hab) o por personas (ha/per); así pues, la huella es un coeficiente que, conociendo la población en el momento del cálculo y la extensión de la región considerada, puede traducirse en un área, lo que trae como consecuencia que, cuanto mayor sea la huella ecológica de una ciudad o país, mayor será el impacto que provoca fuera de sus límites.

Asimismo, los referidos autores, en su libro *Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*, expresaron que es una medida de la carga impuesta por una población dada a la naturaleza; por lo que es una herramienta que ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad, así como también para una población determinada es el área biológicamente productiva necesaria para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera la misma, dado que los habitantes de cualquier sociedad utilizan recursos propios y procedentes de todo el mundo, la huella ecológica suma y estima el tamaño de las diversas áreas utilizadas, sin importar el lugar en que se encuentren.

Por lo tanto, la huella ecológica (HE) es una medida de la carga impuesta por una población dada y en momento dado a la naturaleza, se utiliza a escala de naciones, estados, municipios, parroquias, instituciones, organismos, empresas y personas, y se expresa en hectáreas por habitante (ha/hab); por ello la huella es un coeficiente que, conociendo la población en el momento del cálculo y la extensión de la zona considerada, puede traducirse en un área, esto es, cuanto mayor sea la huella, mayor será el impacto ambiental que provoca dentro como fuera de la zona estudiada (Wackernagel and Rees, 1996).

Mientras que la biocapacidad (BC) o capacidad biológica o ecológica de un territorio, se define como “la superficie productiva disponible dentro de un territorio considerado” (Rees y Wackernagel, 2008: p. 2). La estimación de la biocapacidad refleja las superficies reales de las diferentes categorías de las que dispone el ámbito territorial de estudio, es decir, la cantidad de tierra disponible por subhuella, incluyendo las superficies cultivadas, de ganadería, forestales y construidas, por lo que la biocapacidad disponible hace referencia al consumo máximo que es posible sostener en el ámbito territorial de estudio sin alterar la productividad de manera permanente.

Siguiendo con los mencionados autores, la biocapacidad se calcula para cada uno de los cinco principales tipos de suelo: 1) biocapacidad de las tierras de cultivo. 2) biocapacidad de las tierras de pastoreo, incluye también otras tierras boscosas. 3) biocapacidad del mar, incluye tanto aguas marinas como aguas continentales, como ríos y lagunas . 4) biocapacidad de las tierras forestales. 5) biocapacidad de terrenos construidos o edificados, incluidas infraestructura y energía hidroeléctrica. La biocapacidad mide el área de tierra y agua biológicamente productivas necesarias para producir un abastecimiento regular de recursos naturales renovables y para absorber los desechos generados por los seres humanos y se expresa en hectáreas globales (hag).

En Venezuela, la explotación petrolera y minera constituye el principal recurso económico, y naturalmente es la vía para supuestamente desarrollarse como sociedad, pero también ha producido un notable impacto negativo sobre el ambiente. Las grandes ciudades, que albergan el 85 % de la población, carecen de sistemas de transporte eficiente, con un alcance tal que permita a los ciudadanos una disminución de su impacto individual sobre el planeta. Por el contrario, el transporte público del país en su conjunto es vector de emisiones de carbono; y al mismo tiempo, ninguno de los actores industriales, comerciales y sociales se preocupa o mide su huella ecológica.

Por consiguiente, de continuar esta situación, los recursos naturales del país podrían consumirse sin que los venezolanos, como individuos y sociedad, se percaten de su acción sobre el ambiente y la evalúen con precisión cuantitativa. La falta de información sobre esta grave realidad podría explicar la escasa inclinación de la población para hacer cambios sencillos en su cotidianidad orientados a favorecer la sustentabilidad de ésta, ya que en otros países hay herramientas para medir el impacto de la vida cotidiana sobre el territorio o sobre el ambiente en general. Estas herramientas son, generalmente, software que contienen una serie de algoritmos para favorecer ese cálculo, y que puede utilizar como ejemplo de dichas herramientas las

que se encuentran en páginas web de organizaciones como Global Footprint Network (GFN), My Footprint, WWF Reino Unido y la Fundación Vida Sostenible (FVS).

Los venezolanos en la actualidad no tienen suficiente conciencia de la huella ecológica causada por los impactos ambientales que sus prácticas cotidianas generan sobre el planeta, y en especial sobre la tierra, agua y aire, de los que se sirven para su desarrollo económico y social, ya que hasta el momento no se cuenta con una herramienta sencilla que permita analizar en detalle el estilo de vida de los habitantes de este país desde la perspectiva ambiental, con el fin de establecer la sustentabilidad en el tiempo, o si ese estilo de vida supone el deterioro de los recursos vitales para las generaciones presentes y futuras o por venir.

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad presentar un conjunto de hallazgos que se consideren necesarios para responder a los objetivos sobre la huella ecológica (HE) del estado Barinas, integrada por la superficie en hectáreas para producir cultivos agrícolas, pastos para la cría de ganado y cursos de agua para la captura de peces; bosques naturales y plantados para el aprovechamiento y protegidos para la absorción de dióxido de carbono (CO₂); además de terrenos construidos por infraestructura para viviendas, vialidad para el transporte y cuerpos de agua; así como estimar la biocapacidad (BC) de dicho estado, que es el área productiva capaz de generar los recursos naturales en alimento, fibra y madera, y de absorber CO₂, todo ello en el contexto del desarrollo sustentable, con el fin de elaborar un conjunto de estrategias que disminuyan la huella ecológica del estado Barinas.

Fundamentación de la Situación Actual del Problema Bajo una Perspectiva Epistemológica, Ontológica, Axiológica y Teleológica

En la perspectiva epistemológica se consideran aspectos relacionados al plano del conocimiento de ¿cuál es la naturaleza de la relación entre el que conoce (el

investigador) y lo conocido (o conocible)? es decir, lo epistemológico, que viene siendo la naturaleza de la realidad en el trabajo de investigación sobre la huella ecológica y biocapacidad, ya que es posible y esencial para el investigador adoptar una postura distante, no interactiva, puesto que los valores y otros factores de sesgo son automáticamente excluidos, para no influir sobre los resultados (Guba, 1991; Ugas, 2005) . En tal sentido, se trata de mirar el conocimiento científico como algo que hace parte de la vida del hombre, no sólo de su deseo, sino también de su necesidad; por consiguiente, la epistemología debe en el investigador ser también capaz de tomar en cuenta, de pensar y reflexionar el alcance de las observaciones en un mundo que está viendo no desde una manera objetiva sino desde la visión subjetiva.

Atendiendo a los criterios inherentes en que se sustenta la investigación, son de tres índoles epistemológicos: 1) Criterio ambiental: fortalecer el eje de formación desde la perspectiva de la preservación y conservación ambiental y del desarrollo sustentable, que contribuya a la toma de conciencia y de sensibilidad ambiental por parte de la población urbana y rural, en pro de la interiorización de conocimientos de sustentabilidad; 2) Criterio social: el desarrollo de la sensibilidad ambiental implica que para los habitantes del estado, estos sean referenciados a conductas ambientales y ecológicas, las cuales puedan promover desde sus viviendas, puestos de trabajo y campos laborales; y 3) Criterio público: la filosofía de gestión del estado Barinas debe ser la institución pública que impulse, fortalezca y refuerce los principios enmarcados en la sustentabilidad y la corresponsabilidad con el ambiente.

También contiene los elementos ontológicos, que no es más que ¿cuál es la naturaleza de lo cognoscible?, o la naturaleza de la realidad de lo cognoscible, el estudio del ser, o ¿cuál es la naturaleza de la realidad?, la que existe fuera del individuo que está dirigida por leyes y mecanismos naturales, ya que el conocimiento sobre esas leyes y mecanismos se resume convencionalmente en la forma de generalizaciones libres de tiempo y de contexto, dado que algunas de esas

generalizaciones toman la forma de leyes causa-efecto (Guba, 1991). La ontología viene siendo una parte o rama de la filosofía que estudia la naturaleza del ser, la existencia y la realidad, tratando de determinar las categorías fundamentales y las relaciones del ser en cuanto ser; por lo tanto, engloba algunas cuestiones abstractas como la existencia o no de determinadas entidades, lo que se puede decir que existe y lo que no, y cuál es el significado del ser. (Ugas, 2005).

Asimismo el aspecto axiológico o la dimensión axiológica es todo lo que se refiere a un concepto de valor, es decir, los valores predominantes en una sociedad, dado que una determinada cuestión implica la noción de elección del ser humano por los valores éticos y morales, lo cual para esta investigación viene siendo el valor que tiene la huella ecológica y la biocapacidad para los habitantes del estado Barinas. Por lo tanto, la axiología es la rama de la filosofía encargada de investigar estos valores, por el valor en sí mismo o por lo que es valorado por las personas, siendo una decisión individual, subjetiva y producto en sí de la moral del individuo, y por ende de su formación académica, cultural, espiritual y ambiental, puesto que estos valores siguen una jerarquía relacionado con lo que es bueno, noble, justo, equitativo, entre otros.

Además, se maneja el enfoque teleológico como un fin último de la investigación sobre la huella ecológica y biocapacidad, tanto de los habitantes del estado Barinas como de la superficie disponible para degradar los desechos generados, con la preservación de la vida en el planeta, la socialización, concienciación y sensibilización de la humanidad, la conservación de la diversidad biológica, el desarrollo sustentable del ambiente, así como la recuperación, restauración y mantenimiento de las áreas naturales protegidas, basado en una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, que garantice el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables, respetando los procesos y ciclos de la naturaleza.

Delimitación del Problema

El presente trabajo de investigación tiene su basamento en el hecho de que existe una gran cantidad de ciudadanos venezolanos preocupados por el impacto de sus vidas sobre el ambiente, que no encuentran una herramienta capaz de cuantificarlo, que además, les ofrezca soluciones prácticas sobre cómo disminuir su huella ecológica e incrementar la biocapacidad o capacidad biológica o ecológica. Un software especializado en calcular el impacto ambiental en Venezuela traería como beneficio para sus ciudadanos un medio confiable para calcular su huella ecológica y recibir lineamientos de acción, sencillos, efectivos, eficaces y realistas, que los orienten para introducir ciertos cambios en su estilo de vida y reducir su huella ambiental; sin embargo, también se cuenta con fórmulas estadísticas sencillas para calcular las subhuellas que conforman la denominada estimación de la huella ecológica, así como la determinación de la biocapacidad.

Ahora bien, con esas herramientas se calcula la huella ecológica de los usuarios que las visitan, midiendo el impacto de su estilo de vida sobre el ambiente, y tomando en cuenta factores como la alimentación, productos consumidos, vivienda, movilidad, energía, entre otros, para luego dar como resultado la HE, que es mostrada en forma de planetas (número de planetas que se necesitarían si todos tuvieran un estilo de vida de alto impacto sobre el ambiente), en hectáreas de tierra u otras formas de medición. En Venezuela no existe un instrumento de ese tipo, delimitado a la realidad ambiental, social, económica y política del país, que arroje un diagnóstico verdadero del impacto ambiental de la actividad de los venezolanos sobre su ambiente, aunque este instrumento es de suma necesidad de la comunidad conservacionista del país, se está a la espera de ser aplicado por más de una década.

La huella ecológica de una persona, empresa, organización, institución, parroquia, municipio, estado, región o país está relacionada con el mayor consumo de recursos, aunque también puede estar relacionada con el mayor derroche de recursos,

los mismos que generan más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂) que son la causa del cambio climático antropogénico actual (IPCC, 2014), por lo tanto el desarrollo sustentable de la ciudad de Barinas, y por ende del estado y del país estaría en entredicho, y por consiguiente en permanente riesgo, visto desde una perspectiva de la huella ecológica y la biocapacidad.

El estado Barinas posee una superficie 35.200 km², es decir, 3.520.000 ha, que representa el 3,84 % del territorio nacional, está conformado por 12 municipios y 54 parroquias (INE, 2014). La población del estado Barinas estaba compuesta de 816.263 habitantes para el año 2011, lo que representa un crecimiento relativo de 30,7%, y una tasa de crecimiento geométrica interanual de 2,7 %, concentrando un poco más del 43,35 % de la población total de la entidad; de modo que si la cifra registrada en el Censo del año 2011 es comparada con la del Censo del año 1961, resulta que el volumen de población se ha incrementado seis veces; con una proyección para el año 2018 de 943.600 habitantes, lo que equivale a un crecimiento poblacional durante sólo siete años de 127.336 personas; siendo las poblaciones más importantes del estado, además de la capital Barinas, se encuentran Barinitas, Socopó, Ciudad Bolivia, Sabaneta, Santa Bárbara, El Cantón, Libertad, Obispos, Ciudad de Nutrias y Arismendi (Ver Figura 1 y Tabla 1).

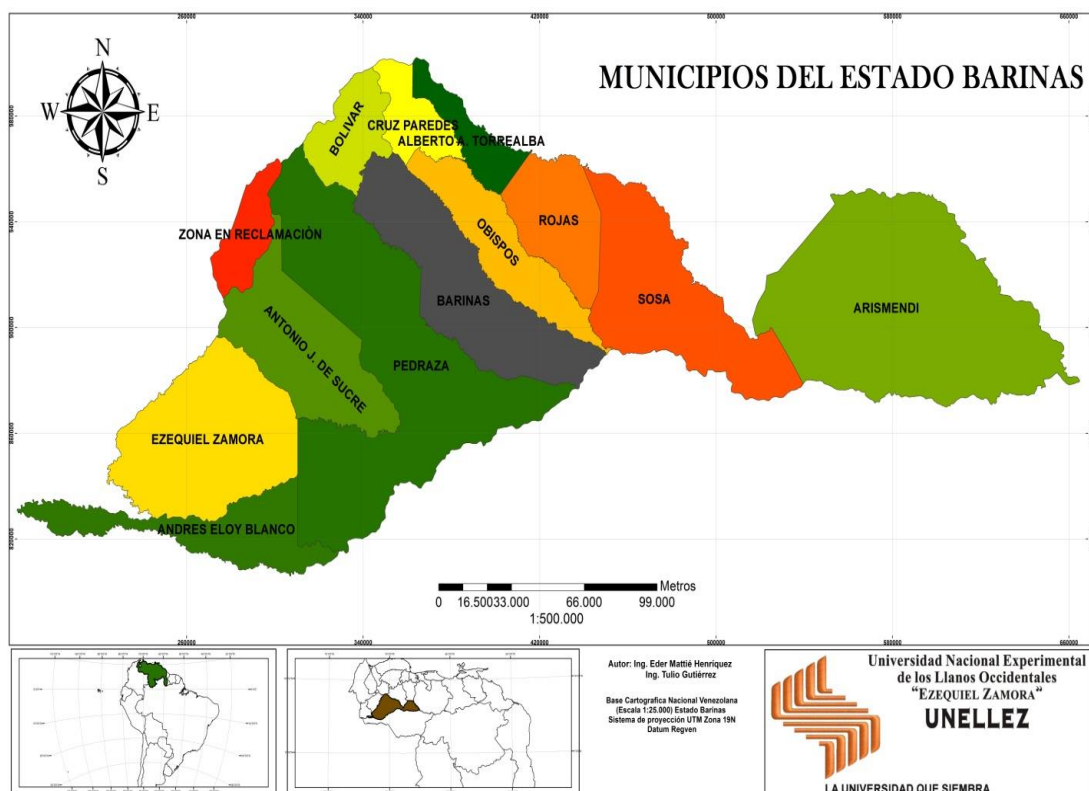


Figura 1. Mapa de los municipios del estado Barinas (2021). Base Cartográfica Nacional (Escala 1:25.000) Estado Barinas.

Tabla 1.

Superficies de los municipios con sus respectivas capitales, la población del año 2011 y la proyección para el año 2018 del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Capital	Habitantes (2011)	Habitantes (2018)	Superficie (ha)
Alberto Arvelo Torrealba	Sabaneta	41.232	42.675	76.900
Antonio José de Sucre	Socopó	81.665	87.382	297.500
José Loreto Arismendi	Arismendi	23.727	24.209	720.900
Barinas	Barinas	353.851	461.103	330.400
Simón Bolívar	Barinitas	52.872	55.278	104.700
José de la Cruz Paredes	Barrancas	26.042	26.625	77.800
Ezequiel Zamora	Santa Bárbara	53.580	56.055	404.200
Obispos	Obispos	37.493	38.700	175.300
Pedraza	Ciudad Bolivia	65.390	69.052	669.300

Tabla 1. (Cont.).

Superficies de los municipios con sus respectivas capitales, la población del año 2011 y la proyección para el año 2018 del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Capital	Habitantes (2011)	Habitantes (2018)	Superficie (ha)
Manuel Rojas	Libertad	40.126	41.502	159.100
Pedro Felipe Sosa	Ciudad de Nutrias	24.141	24.649	354.600
Andrés Eloy Blanco	El Cantón	16.144	16.370	149.300
Total		816.263	943.600	3.520.000

Fuentes: Reforma de la Ley de División Político Territorial del Estado Barinas (1999). Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011, 2014), con modificaciones para el año 2018.

Mientras que el municipio Barinas, cuenta con 14 parroquias, con una superficie de 330.400 ha, ocupando el cuarto (4to.) lugar en superficie con el 13,31 % del territorio del estado (INE, 2014). Asimismo, contaba con una población de 353.851 habitantes, es decir, el 43,35 % de la población del estado Barinas (INE, 2011b; INE, 2014). En dicho municipio reside en zonas urbanas el 85,60 % de su población, siendo el municipio con más habitantes del estado, ya que los núcleos urbanos tienden a expandirse y la mayoría de las veces sin ninguna planificación, puesto que las variadas y grandes decisiones que se llevan a cabo en relación a los temas políticas, económicas, sociales y ambientales se toman en las ciudades, con una población en continuo crecimiento, con una expansión urbana y periurbana de manera anárquica, además de la expansión agrícola y pecuaria, lo que trae la tala de muchos árboles, aunado al cambio de uso de los suelos y a la construcción incontrolada de lagunas para la acuicultura (Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas [POTEB], 2011).

La distribución espacial del estado Barinas representada en torno a los 12 municipios, para los dos últimos censos de los años 2001 y 2011, según el INE (2014), la dinámica demográfica experimentada tuvo algunos cambios que traen como consecuencia las variaciones en el ordenamiento espacial por rango-tamaño del

territorio, por lo que el municipio Barinas por ser la capital del estado, ocupa el primer lugar para ambos años censales, concentrando un poco más del 42 % de la población total de la entidad. La población del municipio Barinas era de 353.851 habitantes para el año 2011, con una proyección para el año 2018 de 461.227 habitantes, esto significa que dos de cada cinco de los habitantes del total del municipio, son residentes habituales y permanentes del municipio Barinas, donde resalta por encima de todas, la parroquia Ramón Ignacio Méndez, en la cual residen un total de 90.464 habitantes, lo que representa el 25,6% de la población de dicho municipio; con una proyección de siete años, es decir, del año 2011 al año 2018 de 117.915 habitantes (Figura 2 y Ver Tabla 2).

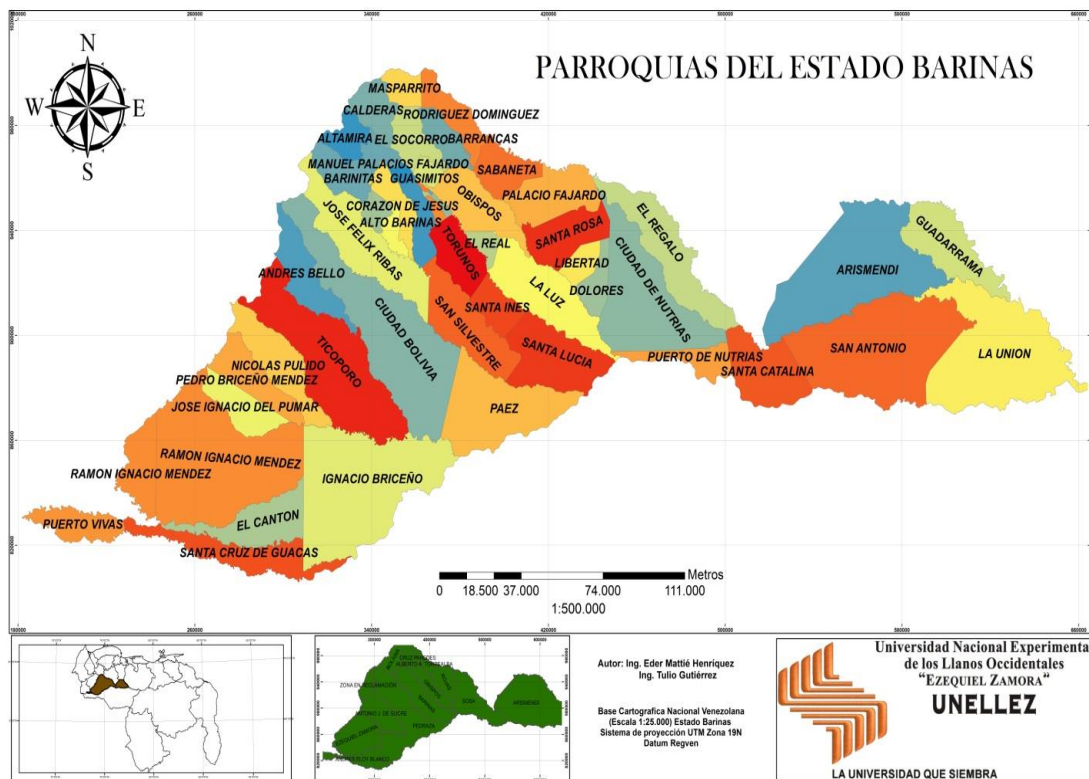


Figura 2. Mapa de las parroquias del estado Barinas (2021). Base Cartográfica Nacional (Escala 1:25.000) Estado Barinas.

Tabla 2.

Número de habitantes para el año 2011, proyección para el año 2018 y superficie por parroquias del municipio Barinas, año 2018.

Parroquias	Capital	Habitantes (2011)	Habitantes (2018)	Superficie (ha)
Ramón Ignacio Méndez	Barinas	90.464	117.915	4.329,97
Alto Barinas	Barinas	64.194	83.674	27.053,5
Corazón de Jesús	Barinas	58.413	76.138	2.548,8
El Carmen	Barinas	41.527	54.128	514,07
Rómulo Betancourt	Barinas	40.647	52.981	1.010,91
Barinas	Barinas	7.651	9.973	236,4
Manuel Palacios Fajardo	La Caramuca	9.763	12.726	26.281,7
Alfredo Arvelo Larriva	Quebrada Seca	9.259	12.069	6.353,67
Dominga Ortiz de Páez	La Mula	6.748	8.796	13.322,39
Juan Antonio Rodríguez Domínguez	El Corozo	4.110	5.357	13.511,27
San Silvestre	San Silvestre	6.905	9.000	82.403,11
Santa Lucía	Santa Lucía	5.780	7.534	92.447,48
Torunos	Torunos	4.882	6.363	45.703,67
Santa Inés	Santa Inés	3.508	4.573	30.723,99
Total		353.851	461.227	346.440,93

Fuentes: Reforma de la Ley de División Político Territorial del Estado Barinas (1999). Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011, 2014), con modificaciones para el año 2018.

Por todo lo antes expuesto, los entes encargados de velar por la prevención, vigilancia, control y protección ambiental y del comportamiento socioambiental de la población del estado Barinas, deberán reflejar conductas cónsonas hacia el desarrollo sustentable; no obstante, se observa que los mismos no manifiestan la interiorización de conocimientos enmarcados en el ámbito de la sustentabilidad, o porque no muestran hábitos que indiquen lo expresado, como es el manejo y conservación de recursos naturales, lo cual deriva que la huella ecológica puede estar interfiriendo con el aprovechamiento de los recursos de manera inapropiada, es decir, no sustentable o no insustentable atendiendo de esta manera los ecoindicadores de alimentación, manejo forestal, manejo integral de las aguas, el transporte automotor, el uso moderado de la energía y el destino final de residuos y desechos sólidos; por lo que se infiere que se deben instaurar y reforzar desde la educación inicial hasta la

universitaria estos conocimientos relacionados el manejo sustentable de los recursos ambientales.

Formulación del Problema de Investigación

Se estimará la huella ecológica y la biocapacidad del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, durante el año 2018, con la finalidad de elaborar un conjunto de normas para su posterior aplicación, ya que si existe un superávit o un déficit de la huella ecológica se deben tomar las acciones pertinentes para estabilizarla o disminuirla. Aunado a ello, en el estado Barinas se cuenta con información que se ha ido recopilando del año 2018, de las siguientes instituciones: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT), Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE), Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), Ministerio del Poder Popular de Petróleo (MPPP), Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE) y la Gobernación del Estado Barinas.

Posteriormente se determinará la biocapacidad del estado Barinas, para compararla con la huella ecológica; por lo tanto, la diferencia entre las dos arrojará un superávit o un déficit de la ciudad. Ahora bien, el déficit de biocapacidad se produce cuando la huella ecológica supera la biocapacidad del área disponible para la población; en cambio, se produce un superávit cuando ésta supera a la HE de una población. Cuando hay un déficit regional de biocapacidad, significa que la ciudad tiene que adquirirla o importarla, a través del comercio o eliminar los activos ecológicos regionales, pero contrariamente, el déficit de biocapacidad no se puede compensar a través del comercio y por tanto es igual a la translimitación.

Preguntas de la Investigación

La presente investigación se planteó las siguientes interrogantes: 1) ¿Cuál es la cantidad de hectáreas con rubros agrícolas de las tierras de cultivo que proporcionan alimento vegetal a la población del estado Barinas? 2) ¿Cuál es la cantidad de hectáreas cultivadas con pastos para el ganado que proporcionan alimento animal a la población? 3) ¿Cuál es la cantidad de hectáreas ocupadas por cursos y cuerpos de agua que proporcionan alimento piscícola y acuícola a la población? 4) ¿Cuál es la superficie de los bosques naturales y plantados aprovechados del estado? 5) ¿Cuál es la superficie de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera? 6) ¿Cuál es el área ocupada por infraestructura en el estado Barinas? 7) ¿Cuál es la biocapacidad y su comparación con huella ecológica para conocer el déficit o superávit del estado? 8) ¿Qué conjuntos de estrategias se deben elaborar para disminuir o mantener la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable?

Hipótesis de la Investigación.

Según Arias (2012), la hipótesis es una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variables, lo cual se formula para responder a un problema o pregunta de investigación (p. 47). Por lo tanto, para llevar a cabo la presente investigación sobre la estimación de la huella ecológica y la biocapacidad de estado Barinas, se efectúa de dos maneras o formas la siguiente pregunta: ¿La huella ecológica estará por encima de la biocapacidad del estado Barinas, durante el año 2018? o ¿La huella ecológica estará por debajo de la biocapacidad del estado Barinas, durante el año 2018?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Estimar la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, durante el año 2018.

Objetivos Específicos.

1. Calcular la subhuella agrícola de las tierras de cultivos que proporcionan alimento vegetal para cubrir la demanda de la población del estado Barinas.
2. Calcular la subhuella pecuaria de las tierras pastos que proporcionan alimento animal a la población del estado.
3. Calcular la subhuella pesquera de las zonas ocupadas por cursos y cuerpos de agua que son aprovechados para cubrir la demanda piscícola y acuícola.
4. Cuantificar la subhuella forestal de las áreas ocupadas por bosques naturales y plantados que son aprovechados en el estado Barinas.
5. Cuantificar la subhuella de carbono de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera en el estado.
6. Medir la subhuella de infraestructura de las áreas ocupadas por construcciones de viviendas, vialidad para el transporte automotor y cuerpos de agua.
7. Determinar la biocapacidad y compararla con el valor estimado de la huella ecológica para conocer el nivel de déficit o superávit del estado Barinas.
8. Elaborar un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable.

Justificación de la Investigación

En perspectiva global es pertinente señalar que la translimitación ecológica del mundo es de 1,08 %, la de Latinoamérica es de - 2,90 % y la de Venezuela es de 0,02 % (WWF, 2011), esto evidencia al analizar los datos de la biocapacidad del mundo, que se necesita más de un planeta Tierra para producir los recursos necesarios para alimentar a su población y para asimilar los residuos producido; no obstante, aun cuando Venezuela es el octavo (8vo.) país del mundo con mayor megadiversidad de especies, la amenaza al capital natural de la nación, en estas dos última décadas se ha acelerado de manera alarmante el daño ambiental, ya que aparte de extraer de manera insustentable los hidrocarburos, también se está haciendo de forma devastadora la extracción de minerales metálicos y no metálicos, en casi toda la geografía del país.

En el plano nacional, en la década de los 60 hasta los 80, el estado venezolano había mostrado una postura consciente ante dicha situación, por ser una nación con una altísima proporción de superficie territorial protegida en condición de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), abarcando una superficie de cerca de 31.571.709,97 ha, que representa aproximadamente el 34,45 % del territorio nacional (Instituto Nacional de Parques [INPARQUES], 2007); además, fue el primer país latinoamericano en instituir un Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en el año 1976. Sin embargo, a partir del año 2000, tales acciones no han resultado suficientes, puesto que la situación socioambiental que se evidencia con un déficit de biocapacidad de 0,02 %, lejos de ser insignificante, es en realidad muy importante y significativa para el patrimonio y capital natural de las generaciones presentes y futuras de Venezuela.

Mientras que en el plano estatal han sido decretadas 10 figuras como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), que incluyen parte de Parque

Nacionales Sierra Nevada y el Parque Nacional Tapo-Caparo; la Reserva de Fauna Silvestre Sabanas de Anaro; las Reservas Forestales Caparo y Ticoporo, la Reserva Hidráulica Piedemonte Andino; la Zona Protectora de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Guanare, Boconó, Tucupido, Masparro y La Yuca; las Zonas Protectoras de los Ríos Masparro y Guanare-Boconó y Uribante-Caparo; y la Zona Protectora de la Laguna La Danta (INE, 2011a). Asimismo, algunas de ellas por su características particulares, son denominadas Áreas Naturales Protegidas (ANAPRO), las cuales integran el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANAPRO), estando ocupadas por invasiones que han hecho que la vegetación y la fauna prácticamente hayan desaparecidos, y sean los suelos reemplazados por cultivos de ciclo corto y por pastos (Ver Figura 3).

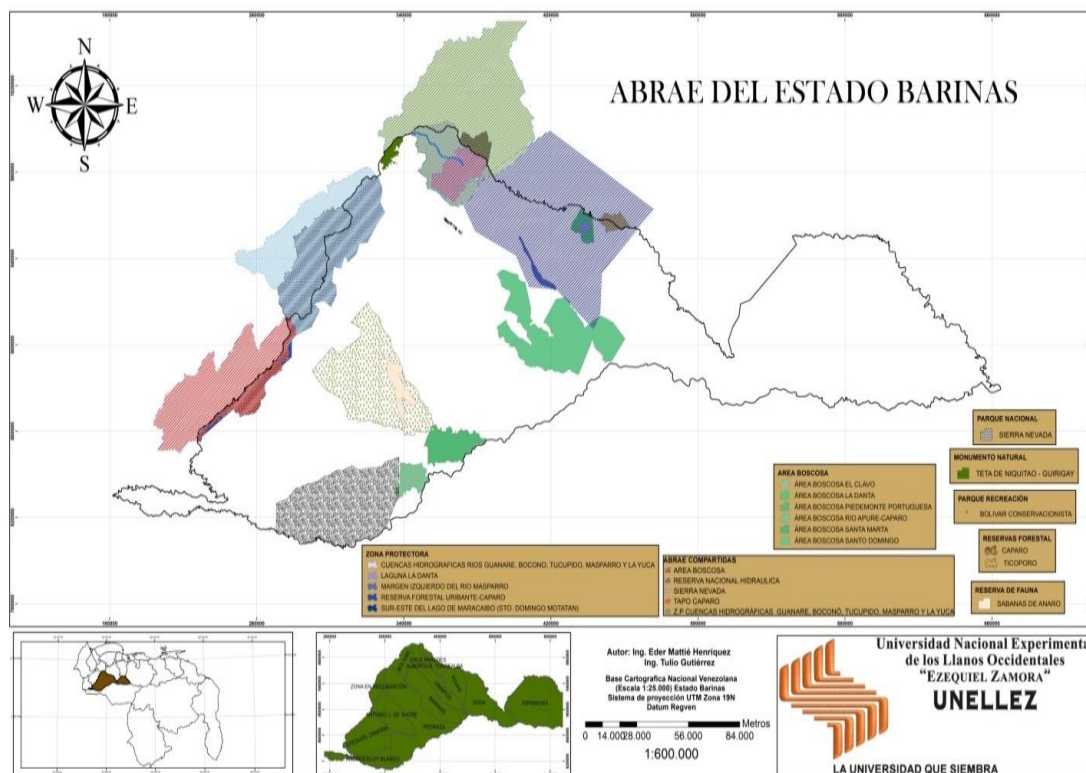


Figura 3. Mapa de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) del estado Barinas (2021). Base Cartográfica Nacional (Escala 1:25.000) Estado Barinas.

En tanto que en el plano municipal, a pesar de estar decretada una zona protectora de la ciudad de Barinas, no se han respetado sus bosques, suelos fértiles, reservas hídricas y fauna silvestre y acuática, por lo que se han ocupado ilegalmente para con la explotación agrícola con la introducción de la producción tipo conuco, para la cría de animales domésticos a pequeña escala, la construcción de lagunas para la cría de las especies cachama y coporo, así como la expansión urbana de manera anárquica para la proliferación de ranchos, provocando en la temporada de lluvias más inundaciones y por ende persona damnificadas; mientras que en la temporada seca, se producen más incendios y con más frecuencia y de mayor magnitud, puesto que las quemas se convierten en incendios de vegetación, con un aumento drástico de las temperaturas.

De acuerdo a lo expuesto, se procederá a recabar datos del estado Barinas, que reflejen la producción de cultivos agrícolas, la producción animal y los productos animales, las capturas y la cría de peces, las plantaciones forestales de especies nativas e introducidas, así como el consumo de combustibles fósiles, de energía eléctrica y los incendios forestales; además de las áreas ocupadas por construcción de infraestructuras, las vías de comunicación para el transporte automotor y zonas ocupadas por espejos de agua, con la finalidad de estimar la huella ecológica, y crear las bases para elaborar estrategias en el marco del Desarrollo Sustentable del estado Barinas que contribuya a disminuir el déficit de su biocapacidad.

La presente tesis doctoral se llevará a cabo en el estado Barinas, a fin de estimar la huella ecológica de la población que habita en dicho estado, con el propósito de obtener una apreciación de la realidad existente. Por tanto, es necesario estimar la huella ecológica de las ciudades, ya que el 45 % de la humanidad vive en ciudades y se espera que 61 % lo haga en el año 2025; aunado a ello, en el continente americano, más del 80 % de la población vive en núcleos urbanos (ONU, 2018). En el municipio Barinas, aparte de cobijar y asentar más habitantes, reside en zonas urbanas el 83 % de su población (INE, 2011a), ya que los núcleos urbanos tienden a

expandirse, aunque no así los núcleos rurales, que permanecen prácticamente estables; aunado a esto, en la parte urbana, es decir en las ciudades, se toman la mayoría de las decisiones políticas, económicas, sociales y ambientales.

El aporte de esta tesis radica en la recabación de información actualizada para la estimación de la huella ecológica y la biocapacidad, por lo que se espera con ello tener un acercamiento al conocimiento más cercano de la problemática ambiental del estado Barinas, y a partir de allí, elaborar un conjunto de estrategias que mantengan o disminuyan la huella en el contexto del desarrollo sustentable, para que las instituciones responsables en relación a la gestión ambiental y en políticas públicas, tomen en cuenta estos valores y coadyuven a favor de gobernantes y gerentes de turno, para la toma decisiones y la resolución de conflictos ambientales, y por ende se refleje en beneficio de la comunidad en general; por lo tanto, esta investigación está enmarcada en los lineamientos del desarrollo sustentable, con el fin de contribuir en la planificación y gestión de la sustentabilidad de los recursos ambientales en beneficio último de la calidad de vida de los habitantes del estado Barinas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Antecedentes Relacionados con la Investigación

El trabajo de investigación, tuvo como finalidad presentar un conjunto de hallazgos que se consideran necesarios para responder a los objetivos sobre la estimación de la huella ecológica (HE) del estado Barinas, integrada por la superficie en hectáreas para la producción de cultivos agrícolas; pastos para la cría de ganado; cursos y cuerpos de agua para la captura y cría de peces; áreas de bosques naturales y plantados para ser aprovechados; zonas boscosas protegidas para la absorción de dióxido de carbono (CO₂); así como los terrenos construidos en viviendas, centros comerciales, infraestructura para la industria y vialidad para el transporte; además de la determinación de la biocapacidad (BC) de dicho estado, la cual es el área productiva capaz de generar los recursos naturales en alimento, fibra y madera y de absorción de CO₂, todo ello en el contexto del desarrollo sustentable, con el fin de elaborar un conjunto de estrategias que disminuyan la huella ecológica del estado Barinas.

Existen en el contexto internacional, estudios relacionados con el cálculo o la estimación de la huella ecológica a nivel de países, ciudades, universidades, organismos, empresas y personas, aunado al cálculo de la biocapacidad o capacidad biológica; aunque en el contexto nacional prácticamente no hay estudios sobre la huella ecológica. Sin embargo, en todos los casos se utilizan métodos conocidos, ya bien sea el denominado método estándar o la metodología modificada, con programas en computadoras por medio de los productos de consumo, tanto los importados como lo exportados, por medio de programas denominados inputs-outputs, o a través de

fórmulas matemáticas o estadísticas que se aproximan a uno de los métodos para el cálculo o estimación de la huella ecológica, dependiendo de la magnitud y alcance de lo investigado, de los objetivos y tiempo del o de los investigadores.

Antecedentes Históricos del Problema de Investigación

La huella ecológica es un índice que calcula la demanda de recursos naturales por parte de la humanidad, dado que los habitantes de cualquier sociedad utilizan recursos propios y procedentes del resto del mundo, por lo que estima el tamaño de las diversas áreas utilizadas, sin importar el lugar en que se encuentren (Wackernagel and Rees, 1996). Ahora bien, estos son argumentos que se esgrimen desde una perspectiva crítica al mundo desarrollado, que apunta a cada vez mayor crecimiento económico sin desarrollo sustentable, ya que políticamente puede ser tolerable y soportable y económicamente ser rentable y viable, pero socialmente puede ser devastador y ambientalmente insustentable.

Según el Global Footprint Network (2015, p. 11), la huella ecológica de la humanidad se ha incrementado más que la biocapacidad desde el año 1987; sin embargo, a partir de ese momento, se ha continuado excediendo al punto que al 2005, se ha consumido el 130 % de la disponibilidad de la misma; de ahí que, la biocapacidad per cápita del planeta para el año 2011 fue de 1,7 hag, y la huella ecológica de 2,6 hag, de tal manera que, aunque ésta ha aumentado globalmente, hay menos recursos para distribuir; por lo tanto, ante la proyección de que la población mundial alcance los 9.600 millones en 2050 y los 11.000 millones en 2100, la biocapacidad disponible para cada uno de los habitantes del planeta se reducirá aún más, lo que será un reto cada vez mayor mantener los incrementos de la misma.

La demanda de la humanidad sobre el planeta está asociada a dos grandes causas: el crecimiento de la densidad poblacional y la necesidad de mayores recursos ambientales que los pobladores toman de la Tierra; dado que es bien conocido a

través de registros históricos que, en los últimos dos siglos el incremento de la población mundial ha sido exponencial, mientras la necesidad de bienes y servicios de la humanidad también ha aumentado en el planeta. Las contribuciones al excedente ecológico global varía entre naciones, por ejemplo, si todas las personas del Planeta tuviesen la huella ecológica promedio de un residente del país Qatar, se necesitarían 4,8 planetas, pero si se tuviera el estilo de vida de un residente de los Estados Unidos, se necesitarían 3,9 planetas; aunque la cifra para un residente de Corea del Sur y de Eslovaquia sería de 2,5 y 2 Planetas, respectivamente; mientras que un residente de Argentina necesitaría 1,5 y el de Sudáfrica 1,4 planetas (WWF, 2014, p. 13).

Ahora bien, otra forma de ver las relaciones entre la conducta y comportamiento humano y la capacidad biológica de la Tierra, es calcular esta huella ecológica que cuantifica la oferta y la demanda de la biocapacidad del planeta, pues representa la exigencia que los seres humanos le hacen al mismo, para suministrar recursos naturales renovables y bienes y servicios ecológicos, puesto que en el presente, la humanidad necesita la capacidad regenerativa de 1,7 planeta Tierra para obtener todos estos recursos que consume cada año; además, la huella ecológica per cápita de las naciones de altos ingresos supera en mucho la de los países de bajos y medianos ingresos (GFN, 2018; Wackernagel, 2018).

Los patrones de consumo de los países desarrollados, aunado a los altos ingresos generan demandas muy altas de recursos naturales renovables y no renovables a expensas de los habitantes y del capital o patrimonio natural de los países en vías de desarrollo, por lo tanto, estos países deben dar un giro de por lo menos noventa grados para cambiar la manera de pensar, sentir y actuar, ya que necesitan darle valor agregado a las materias primas que poseen y producen, con la finalidad de generar y crear riqueza y por ende desarrollo y crecimiento económico sustentable, para el pequeño y mediano emprendedor y empresario en beneficio de él o ellos y de la población en general.

Si las tendencias actuales persisten, es probable que el consumo insustentable y los patrones de producción aumenten, a la par de la población humana y del crecimiento económico; en tanto que el incremento de la huella ecológica trasgrede los límites planetarios, dado que la presión es cada vez mayor sobre la biodiversidad, las cuales están arraigadas en fallas sistémicas inherentes a los sistemas actuales de producción, consumo, finanzas y formas de gobierno. Los comportamientos que dan origen a estos patrones están determinados, en gran medida, por el modo como están organizadas las sociedades consumistas y se han adoptado gracias a las normas y estructuras subyacentes, como los valores, las normas sociales, las leyes y las políticas que rigen las decisiones cotidianas (Steinberg, 2015).

Investigaciones Preliminares.

Con respecto a los antecedentes internacionales y nacionales existen en el contexto internacional y nacional estudios relacionados con la determinación de la huella ecológica y biocapacidad en el ámbito de países, ciudades y personal, pero en todos los casos se utilizan métodos que se aproximan al cálculo o estimación, aunque para el caso de la huella ecológica personal se utilizan instrumentos diferenciados. Por tanto, se tienen las siguientes investigaciones realizadas en torno a la huella ecológica, referidas a tesis doctorales y artículos e investigaciones científicas.

Antecedentes Internacionales.

Según Freire (2017), en su tesis doctoral denominada Presupuesto Ambiental. Evaluación de la Huella Ecológica (HE) del Proyecto a través de la Clasificación de la Base de Costes de la Construcción de Andalucía (costes directos e indirectos), cuyo objetivo principal fue la incorporación del aspecto ambiental a las bases de coste de la construcción; por tanto, de este objetivo general se desprenden otros objetivos específicos o de menor jerarquía, aunque de igual importancia, ya que sin su

consecución no sería posible llegar al objetivo principal, siendo estos objetivos los siguientes:

1) Análisis del actual sistema de clasificación sistemática. Estudio de todos los sistemas de clasificación internacionales y nacionales, permitiendo elegir una base de datos contrastada para la incorporación de la huella ecológica. 2) Análisis de los elementos que forman parte de la BCCA, obteniéndose las unidades básicas sobre los que se basa el sistema. 3) Análisis de la metodología de cálculo de la huella ecológica. Se procede a analizar todos los componentes que forman parte de la huella ecológica para su adaptación a los bancos de costes. 4) Aplicación del modelo. Se introducen los elementos ambientales en el sistema de clasificación de las bases de costes aplicándole un caso de estudio. 5) Validación del modelo propuesto. Como punto final se plantea la validación del modelo aplicándolo a diferentes proyectos para analizar la sensibilidad a cambios tipológicos o constructivos, además de comprobar la correcta unión entre los conceptos ambientales y económicos pudiendo realizar su estudio completo.

La metodología para conseguir el objetivo principal de esta investigación fue seguir el método establecido en los objetivos específicos, como el análisis de la metodología de cálculo de la huella ecológica en construcción y su proceso de revisión o actualización en los diversos aspectos de su contenido, con los indicadores o la forma de imputación de los diversos conceptos (consumo de combustible fósil, alimentación de la mano de obra). También fue necesario la creación de “familias ambientales” para los materiales, que corresponden a los grupos que existen en las bases de datos de análisis de ciclos de vida y que contienen la información medioambientales necesarios para su cálculo. La adaptación de la Huella Ecológica a la base de costes se establece en todos los procesos, conversiones y decisiones necesarios para poder aplicarlos, permitiendo crear los pasos y herramientas que posibilitan “traducir” los conceptos que forman parte de los diferentes precios económicos en lenguaje ambiental.

Ahora bien, la metodología de la Huella Ecológica en edificaciones, fue mediante los elementos intermedios y los coeficientes obtenidos en las distintas huellas parciales y totales que se generan en el proyecto de edificación, representados por pastos, bosques, mar, cultivos, energía, ocupación directa y ecológica total. Antes de comenzar el análisis, fue necesario aclarar un aspecto referido a la metodología a seguir. Cualquier análisis de HE siempre relaciona el impacto generado por una determinada actividad en términos de consumo, con la productividad del territorio donde se genera la actividad. El impacto de la actividad edificatoria es siempre puntual en el tiempo, mientras que la capacidad de producir de ese territorio es, por el contrario, continuada; es decir, que la actividad del sector construcción somete al territorio a estrés puntual, siendo el daño global cometido a lo largo del tiempo el parámetro que se evaluó mediante la huella ecológica.

Los resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra, reflejaron los siguientes impactos: fósil con un valor de 421,48 hag, pastos de 1,661, bosques de 0,157, mar de 4,369, cultivos de 7,468, y de superficie construida de 2,416, dando una huella ecológica de 508,483 hag; mientras que la huella ecológica total de edificación arrojó los siguientes impactos: fósil con un valor de 2.143,784 hag, pastos de 2,904, bosques de 0,275, Mar de 7,638, cultivos de 13,059, y de ocupación de 0,704, dando una huella ecológica de 2.168,336 hag.

Asimismo, Gareis (2016) en su tesis doctoral titulada “Estimación de la Huella Ecológica de Mar del Plata (Partido de General Pueyrredon) y su relación con el hábitat urbano”, donde el objetivo general fue evaluar la sustentabilidad, aplicando el indicador territorial huella ecológica (HE); y los objetivos específicos fueron: a) Identificar y cuantificar las entradas y salidas de materia y energía al Partido de General Pueyrredon. b) Determinar la huella ecológica para el consumo de alimentos, madera y papel. c) Cuantificar la apropiación del suelo para la construcción urbana. d) Cuantificar la apropiación de suelo para la absorción de residuos y CO₂. e)

Calcular la huella ecológica del Partido de General Pueyrredon. f) Estimar la huella ecológica de la ciudad de Mar del Plata. g) Analizar las implicancias ambientales de la huella ecológica para el Partido de General Pueyrredon y Mar del Plata. h) Elaborar lineamientos que contribuyan al desarrollo sustentable del hábitat en Mar del Plata.

En consecuencia, se ajustó la metodología y aplicó como base el indicador huella ecológica desarrollado por Wackernagel and Rees (1996), con los ajustes necesarios para su aplicación al partido de General Pueyrredon y a la ciudad de Mar del Plata, dado que estimarla para una población definida es un proceso de múltiples etapas, lo que implica describir y estimar el consumo de recursos aplicando la misma lógica a las diferentes categorías de producción y asimilación de residuos. La metodología para la estimación de la subhuella de absorción de CO₂ del Partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata, se realizó estimando las emisiones totales de CO₂ liberadas a la atmósfera como resultado del consumo de combustibles por parte del parque automotor, de la utilización de gas natural domiciliario y del consumo de energía eléctrica, consideradas las principales fuentes emisoras de este gas en áreas urbanas. Posteriormente, se procedió a estimar la capacidad de absorción de CO₂ de los distintos usos de suelo presentes y se relacionaron las emisiones totales de CO₂ con la capacidad de absorción.

Mientras que la metodología para la estimación de la subhuella de ambiente construido se consideraron los lineamientos del Código de Ordenamiento Territorial del Partido de General Pueyrredon (COT) como valor máximo que podría alcanzar la subhuella, ya que el COT regula el uso, la ocupación, la subdivisión y el equipamiento del suelo, la preservación de sus ámbitos arquitectónicos y paisajísticos y todos aquellos aspectos que tengan relación con el ordenamiento territorial. En tanto que para la estimación de la subhuella de alimentos se efectuó con modificaciones de consideración en la metodología original, a fin de ajustar el cálculo a la disponibilidad de datos con el objetivo de adecuar la estimación al apreciar que se

realiza, con una adaptación del instrumento al tipo de información disponible y a las características del área de estudio.

Ahora bien, la metodología para la estimación de la subhuella de madera y papel se realizó en forma separada, por un lado lo que respecta a la madera y por otro lo relacionado al papel; para el caso de la madera, y debido a que no se hallaron valores directos de consumo per cápita, se consideró información obtenida de la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable referida a producción de madera industrial para el año 2010 (Reinoso, 2014, citado por Gareis, 2016). Ahora bien, para la estimación de la subhuella de residuos del Partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata se tomaron como base los datos presentes en el Informe Ambiental Anual 2013 (registro de la generación mensual del 14/05/2012 al 13/05/2013), por lo que se tomaron únicamente los residuos que llegan al Centro de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos (CDFRSU) por la naturaleza de los datos a los que se tuvo acceso, quedando por fuera del análisis los residuos líquidos y gaseosos.

Finalmente, la huella ecológica (HE) fue estimada a partir de la integración de los datos obtenidos a partir del cálculo de cada una de las subhuellas parciales que la componen. Se ajustaron los cálculos a los fines de estimarla a nivel de Partido de General Pueyrredon (con y sin turistas) y ciudad de Mar del Plata. Estimación de la Capacidad de Carga Local (CCL) y su disposición en el Partido de General Pueyrredon, luego de calcular la HE fue necesario estimar la CCL a los fines de evaluar la situación del Partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata en términos de sustentabilidad. Así, lo que se determinó fue la porción de la HE es “cubierta” por la superficie productiva local, para ello se trabajó con información agrícola del Departamento de Información Estratégica de la Municipalidad de General Pueyrredon correspondiente a la campaña 20-10-2011 y se analizó la superficie destinada a la agricultura intensiva y extensiva y la ganadería.

La estimación integral de la huella ecológica del Partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata presenta resultados donde se observa una demanda de 513.058,38 ha totales por parte de la población que habita el Partido en estudio (considerando a los turistas), mientras que el habitante promedio del Partido se apropió de 0,73 ha a los fines de absorción de sus emisiones de CO₂; aunque las hectáreas totales disminuyen de considerarse únicamente la población del Partido o de la ciudad de Mar del Plata. Asimismo, se obtuvo que el habitante del Partido de General Pueyrredon (considerando en los cálculos a la población turística) se apropia de 0,031 ha a los fines de habitar, obtener servicios y desarrollar sus actividades urbanas (ambiente construido); además, la población local (más turistas) requiere de un área impermeabilizada de 0,019 ha/cap.

También, se obtuvo que el habitante promedio del Partido de General Pueyrredon requirió en total de 0,85 ha productivas para abastecerse de los alimentos consumidos a lo largo del año. En total, la población del Partido se apropió de 524.852,30 ha productivas, cifra que aumenta en un 13 % (592.906,25 ha) si se considera a la población visitante. Si se relacionan estos datos con la superficie total del Partido (146.000 ha) se obtiene que la población hizo uso de un área 4,06 veces mayor a la del Partido de General Pueyrredon. Mientras que la subhuella de mar para la población del Partido de General Pueyrredon quedó estimada en 119.683,67 ha (0,19 ha/cap), valor que se incrementa a 135.202,22 ha de considerar a la población asociada al turismo. En tanto que la subhuella final de madera y papel quedó estimada en 34.876,37 ha para el total de la población del Partido y una subhuella per cápita de 0,056 para el habitante promedio del Partido; aunque de considerarse la población de turistas, la subhuella se incrementa a 39.398,55 hectáreas totales.

En síntesis la demanda per cápita se ubica en 1,86 ha, en otras palabras, el habitante promedio del Partido de General Pueyrredon requirió de 1,86 ha productivas para, por un lado, abastecerse de alimentos, madera y papel y habitar y para que, por otro lado, se absorban las emisiones de CO₂ y residuos producto del

consumo energético y de materia. Si se considera que el Partido cuenta con una superficie total de aproximadamente 146.000 ha, los resultados aquí presentados dan cuenta de una superficie apropiada que multiplica en 7,90 veces el área administrativa del Partido de General Pueyrredon, que asciende a 8,92 si se incluye la demanda ejercida por la población turística y desciende a 7,86 si sólo se considera la ciudad de Mar del Plata. Por lo tanto el valor de la huella ecológica para la población del Partido de General Pueyrredon considerando la población turística es de 0,7 veces mayor a la superficie productiva total destinada a satisfacer las necesidades de la población en estudio.

Con respecto al trabajo de la huella ecológica (HE), realizado por Bulege (2016), en su tesis doctoral titulada “Biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016”, tuvo como objetivo general analizar la biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016; mientras los objetivos específicos fueron los siguientes: 1. Determinar el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y biocapacidad del Perú per cápita al 2016. 2. Determinar el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y la temperatura mínima de Huancayo como dimensión del cambio climático al 2016. 3. Determinar el nivel de relación entre la temperatura mínima y la extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático de Huancayo al 2016.

El método general de investigación fue analítico-sintético, con un diseño no experimental, descriptivo, correlacional, transversal y longitudinal; en tanto que, para la variable huella ecológica personal se aplicó un diseño descriptivo transversal; y para las variables biocapacidad y huella ecológica se aplicó un diseño descriptivo longitudinal de tendencia y correlacional. Para el cálculo de la HE se utilizó la metodología denominada sistema compuesto por Chambers *et al.* (2000) que, además de no diferir de la original propuesta por Wackernagel y Rees (1996) se ha extendido a los últimos cálculos mundiales, referenciados por Venetoulis *et al.* (2004). La

aplicación de esta sistemática de cálculo se justifica por dos razones: en primer lugar, se trata de la metodología más contrastada y desarrollada y, en segundo término, el uso de este sistema ya generalizado permite la comparación de los resultados finales alcanzados para Huancayo, con los observados en otras áreas o países.

El cálculo de la huella ecológica se realiza tomando en cuenta las subhuellas de cultivos, pastos, bosques, ríos y mar productivo, superficie construida y el área de absorción de CO₂. Las huellas de pastos y mar productivo de las personas son las que tienen los menores valores, 100 % en un nivel de 0-10 % del valor total de la huella ecológica personal; la huella de área de absorción de CO₂ es el único componente que presenta valores medio. La biocapacidad estimada para en el año 2016 fue de 3,336 hag; y la huella ecológica, según diversos estudios del Ministerio del Ambiente del Perú (2013) y Global Footprint Network (2016) muestra una tendencia de crecimiento equivalente al 2016 a 1,167 hag, es decir, se tiene un superávit ecológico. La huella ecológica estimada del departamento de Junín - Perú al 2016 es de 1,167 hag, menor a la biocapacidad del Perú estimada en 3,336 hag teniendo como resultado que existe un superávit ecológico, respecto a otras ciudades del mundo, lo que indica que es una de las más bajas.

Ahora bien, la media de la huella ecológica personal de Huancayo (1,067 hag/per cápita) se encuentra por debajo de la biocapacidad estimada para el Perú (3,336 hag/per cápita) e inferior a la biocapacidad determinada para el planeta (1,7 hag/per cápita); con estos valores se puede afirmar que existe un superávit tecnológico para la ciudad de Huancayo. Asimismo la media de la huella ecológica de Huancayo es menor a la huella ecológica del planeta (2,6 hag/per cápita). Ninguna persona de Huancayo tiene una huella ecológica que excede la biocapacidad estimada para el Perú; y la mayor parte de la población de Huancayo (89 %) tiene una huella ecológica que no excede la biocapacidad del planeta; también, el mayor porcentaje de la población de la zona urbana de la ciudad de Huancayo (25,59 %) tiene una huella ecológica entre 0,585 a 0,779 hag/per cápita.

La media de huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo desde 1,067 hag; el mayor porcentaje, 25,59 % de las personas tiene una huella personal que se encuentra en el rango de 0,585-0,779 hag, encontrándose por debajo de la biocapacidad estimada para el Perú equivalente a 3,336 hag. El comportamiento de la biocapacidad del Perú y la huella ecológica del departamento de Junín tienen un desarrollo lineal previsible y aunque al 2016 se tiene como resultados que en la ciudad de Huancayo existe un superávit tecnológico, su HE puede incrementarse y la BC decrecer aceleradamente por efectos del incremento poblacional y consumo de energía por actividades económicas que se promueven incrementando las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO₂ y que son uno de los principales factores del cambio climático global.

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), en su artículo sobre el Cálculo de la Huella Ecológica en el Municipio Provincia Villa Clara, Cuba, siendo el objetivo el cálculo de la huella ecológica (HE) y la Capacidad de Carga de Territorio (CCT) del municipio, donde evalúan si la región va hacia la sostenibilidad mediante la predicción de escenarios futuros deseados y no deseados. Se utilizó la metodología de Rees and Wackernagel (1996), para el cálculo de la HE con modificaciones para nivel de regiones, con la intención de acercar la metodología de cálculo al ámbito de estudio; por lo tanto, se realizaron una serie de modificaciones a la metodología original. La huella ecológica total (HET) se determinó con la suman las subhuellas para obtener la superficie de tierra y mar ecológicamente productiva para producir los recursos consumidos y para asimilar los desechos generados por una población, las cuales fueron: Subhuella Energía (SE) + Subhuella Cultivo (SC) + Subhuella Pastos (SP) + Subhuella Mar (SM) + Subhuella Bosques + Subhuella Superficie Construida (SSC), donde la HET se expresa en ha/cap/año.

Los resultados del cálculo de la huella ecológica (HE) del municipio Provincia Villa Clara para el año 2013 se tiene que la subhuella de energía (SE) fue de 0,0799 ha/cap/año lo que representa el 12,11 % en la HET, donde el portador energético de

mayor incidencia es la electricidad, con 73,06 %, ya que en este rubro se consideran los consumos de los organismos, más el consumo de la zona residencial. Mientras que el territorio tiene una subhuella de cultivos (SC) fue de 0,2885 ha/cap/año, que representa el 43,69% en la HET, siendo las producciones de cereales son las de mayor incidencia, con una HE de 0,2332 ha/cap/año, que representa el 80,84%, influyendo el consumo de arroz con 70,475 %. El cálculo de la subhuella de pastos (SP) La SP es de 0,1465 ha/cap/año, con un 22,19 % en la HET, siendo el de mayor incidencia el consumo de carne porcina, con 40,55%.

Mientras que el cálculo de la subhuella de mar (SM) fue de 0,0026 ha/cap/año, lo que representa 0,4% de la HET, con el principal aporte es el consumo de pescado fresco, con el 98,54% en la HET, dado que lo aportado por el pescado embasado, mariscos y otros alimentos es muy bajo. En tanto que el cálculo de la subhuella de bosque (SB) la SB es de 0,0066 ha/cap/año, con un 1,006 %, siendo el mayor aporte la leña con 98,41%, con el papel con el consumo más bajo con 0,112 %. Ahora bien, el cálculo de la subhuella de superficie construida (SSC) fue de 0,136 ha/cap/año, con 20,72 %, con el mayor aporte en los asentamientos poblacionales, con 26,89 %, siendo las construcciones ocupadas por vertederos son las de menos contribución, con el 0,035 %, seguido de las industrializadas con 1,36%, debido a la poca industrialización.

El cálculo de la huella ecológica total (HET). El municipio tiene una HET del 0,6603 ha/cap/año. La SC es la que más incidencia tiene con 0,2885 ha/cap/año y representa el 43,69 %, que es donde más se desarrolla el municipio, ya que la agricultura es el renglón principal. La SM es la de menor incidencia, con 0,0026 ha/cap/año y representa el 0,4%, siendo la categoría más baja, por lo que demuestra que no se aprovecha esta rama de la economía. La SSC, representa el 20,59% de la HET, se debe analizar en esta categoría la necesidad de hacer una mejor distribución y uso del suelo, incentivar que las construcciones sean de edificios verticales, para lograr una mayor cantidad de viviendas.

Los investigadores Serafín *et al.* (2017), en su trabajo denominado Entropías urbano-ambientales: Huella Ecológica y Metropolización en Tepic-Xalisco, México, con el objetivo de determinar la huella ecológica de su zona metropolitana (ZM), para lo cual establecieron el balance ecológico (déficit/superávit). Por lo tanto, la estimación de la HE para la ZM Tepic-Xalisco fue realizada de acuerdo con la metodología establecida por Wackernagel and Rees (1996), el cual considera la determinación de la superficie en hectáreas globales por persona requerida para consumos asociados con la alimentación como cultivos, pastos, productos pesqueros y acuáticos; productos forestales conformado por bosques y energético a través del consumo energético directo de la población para la elaboración de bienes, o el consumo indirecto a través de bienes importados, y de igual forma, la ocupación de las áreas urbanizadas o utilizadas infraestructuras.

La metodología de cálculo se basa en la determinación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación (cultivos, pastos, mar), los productos forestales (bosques), el gasto energético (consumo energético directo de la población y el necesario para la elaboración de bienes de consumo), y la ocupación del terreno. Estas superficies vienen expresadas en términos de hectáreas globales per cápita (hag/cap), es decir, en hectáreas de superficie biológicamente productiva con una productividad igual a la media mundial de los productos mencionados.

El resultado de la huella ecológica una vez realizado el cálculo, arroja que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el consumo de alimentos y productos energéticos. Así para la vivienda e infraestructura construida que tiene la zona metropolitana, las huellas más elevadas son para cultivos y bosques. La huella ecológica global fue de 4,0012 ha globales por persona, siendo el tipo de superficie de bosque el valor más alto y le menor el correspondiente a pastos. Finalmente, se comparó la HE de la ZM Tepic-Xalisco con la biocapacidad nacional reportada, donde se pudo observar que los bosques y la superficie construida

exceden la capacidad disponible que se tiene a nivel de país, lo que repercute en la huella ecológica.

Asimismo, para calcular la huella ecológica, Muñiz *et al.* (2016), realizaron la investigación “Forma Urbana y Huella Ecológica en el Área Metropolitana de Concepción (Chile)”, en la cual seleccionaron barrios donde llevar a cabo las encuestas para pretender capturar la variedad de situaciones en cuanto a densidad, centralidad y nivel de ingresos. Bajo dicho criterio, se encuestó a la población residente en 19 barrios pertenecientes a ocho comunas. Se descartaron las comunas más rurales, por estar pobremente integradas desde un punto de vista funcional. Los barrios estudiados presentan una densidad neta media de 149 hab/ha; en contraste, la densidad más alta se eleva a 426 hab/ha.

Los datos sobre consumos energéticos en movilidad y vivienda, características socioeconómicas y actitudes ante la sostenibilidad provienen de la aplicación de 475 encuestas sobre los patrones de consumo de los hogares. Se recogió información sobre 1.662 individuos: 3,5 individuos por vivienda. La información contenida en los cuestionarios se agrupa en cuatro categorías: a) perfil familiar: número de miembros del hogar, renta per cápita, tipología del hogar; b) actitudes respecto a la sostenibilidad: valoración ambiental del lugar de residencia y peso que tuvo en su elección; c) vivienda: superficie, tipología, consumo de energía en gas y electricidad; y d) movilidad: número de desplazamientos, modo de transporte y distancia recorrida. Por último, los datos de densidad se calculan con el Censo de Población y Vivienda 2002, y el área de la sección censal mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los cálculos llevados a cabo arrojaron un valor promedio de huella ecológica en movilidad individual y consumos energéticos residenciales de 0,106 ha/hab (0,55 t/GEI/hab). El tamaño de la huella de los consumos energéticos residenciales se debe principalmente al consumo de energía eléctrica. En el caso de la movilidad

individual, la movilidad obligada es la que presenta una mayor huella. La huella ecológica per cápita de los barrios con una elevada renta per cápita es aproximadamente el doble de la correspondiente a los barrios con una baja renta per cápita. En la población censada en Concepción, con una población de 874.000 personas, según el Censo 2002, la huella total asociada a la movilidad y a los consumos energéticos residenciales fue de 92.700 ha, siendo la superficie de bosques necesaria para absorber las 482.000 toneladas de *hag* que se calcula emite la población de Concepción, debido a la movilidad individual y al consumo de energía en las viviendas. Esta superficie representa aproximadamente un tercio de la superficie total (283.100 ha).

Antecedentes Nacionales.

Según estudios realizados por el Fondo Mundial para la Naturaleza ([WWF], 2012) través de datos suministrados por la Red Global de la Huella Ecológica (GFN, 2011; 2014-2016), Venezuela para el año 2011, ocupaba el quincuagésimo tercer (53er.) lugar de los países con mayor huella ecológica, al comparar esta información con estudios anteriores se evidencia un descenso en la biocapacidad por parte de la población venezolana, ya que según datos aportados por Ewing *et al.* (2009) ocupaba el quincuagésimo noveno (59no.) lugar, y para el año 2007 el quincuagésimo cuarto (54to.); por lo tanto, lejos de ser la antedicha clasificación alentadora, por el contrario, es preocupante ya que se evidencia que de los 149 países en los cuales el GFN posee datos, se manifiesta el paulatino incremento de la huella ecológica por parte de la población venezolana.

Siguiendo con el GFN (2011; 2014-2016), de los 21 países analizados de Latinoamérica en el 2008, por el WWF (2013), Uruguay alcanzó la mayor huella ecológica con 5,08 *hag/per*, seguida por México con 3,30 *hag/per*, Chile con 3,24 *hag/per* y Venezuela ocupó el cuarto (4to.) lugar con 3,02 *hag/per*; en tanto, que la biocapacidad de Bolivia ocupó el primer lugar con 18,39 *hag/per* y Venezuela el

noveno (9no.) lugar con 3,0 hag/per. Ahora bien, Venezuela con el valor de la huella ecológica de 3,02 y biocapacidad de 3,00 hag/hab, lo que significa que está ligeramente excedida en su biocapacidad y pareciese que la tendencia es creciente, ya que presenta un déficit de la Huella de 0,02, que pudiera parecer pequeño; sin embargo, esto equivale que ya se necesita otro territorio similar a Venezuela para que se pueda vivir con calidad de vida, es decir, los recursos que se consuman sean degradados por el entorno.

Por otra parte, Ramírez (2012) en su Trabajo de Grado titulado Programa de Educación Ambiental No Formal para Disminuir la Huella Ecológica de la Población Estudiantil del Campus II de las Carreras-Programas: Ciencias Jurídicas, Psicología y Estudios Ambientales de la Universidad Yacambú, municipio Palavecino del estado Lara, cuyos objetivos específicos fueron: 1) Estimar la huella ecológica de la población estudiantil del Campus II de la Universidad Yacambú, durante el periodo septiembre-noviembre del año 2012. 2) Determinar cuál de los grupos estudiantiles de las carreras-programas causa mayor déficit ecológico. 3) Diseñar un programa de educación ambiental bajo la modalidad no formal para los estudiantes del Campus II de la Universidad Yacambú, que contribuya a disminuir la huella ecológica.

Al analizar los resultados de la categoría alimentación se pudo determinar que el mayor valor fue de 19,97 por parte de la carrera-programa Ciencias Jurídicas, en contraparte, el valor menor fue de 14,01 el cual correspondió a la carrera Estudios Ambientales. Con respecto a la estimación de la huella ecológica para la categoría residuos, se encontró que los alumnos adscritos a la carrera Psicología presentaron el mayor valor, el cual fue de 153,75; mientras el valor menor fue de los estudiantes de Estudios Ambientales. De los resultados obtenidos en la categoría Bienes y utensilios se encontró que la población estudiantil de Psicología obtuvo un valor de 108,75 y fue la que presentó menor huella ecológica para esta categoría; por su parte los estudiantes de Ciencias Jurídicas con valor de 129,41; por o tanto, la huella ecológica arrojó un valor promedio de 303,46 puntos

Aún cuando para la categoría agua los resultados son diversos entre sí, se encontró que las tres poblaciones analizadas correspondieron al tipo de huella débil, sin embargo, la carrera de Estudios Ambientales presentó menor consumo del recurso obteniendo un valor de 4,81; luego con un valor de 6,38 la Psicología presentó mayor consumo del recurso; mientras que Ciencias Jurídicas obtuvo el mayor valor de las poblaciones, el cual fue de 8,00. Se infiere que los estudiantes de menores recursos o que no tienen vehículo propio para movilizarse hasta la universidad, fueron los de la carrera Estudios Ambientales, que obtuvieron un valor de 3,88; mientras los estudiantes de Ciencias Jurídicas, con un valor de 7,47 presentan el mayor consumo para esta categoría, puesto que tienen en mayor proporción vehículos automotor de uso personal que emplean para el traslado de frecuencia cotidiana hasta la universidad. En relación al gasto energético, el de menor valor fue 15,20 perteneciente al colectivo estudiantil de Psicología; mientras el mayor fue 19,18 por parte de los adscritos a Estudios Ambientales.

Fundamentos Legales

Con respecto a los fundamentos legales, la presente investigación se basa en la información aportada en las leyes aprobatorias de convenios, tratados, protocolos y acuerdos internacionales en materia ambiental que ha suscrito la República de Venezuela con el resto de los demás países, así como dentro del marco legal de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV, 2000), como también con el soporte de las leyes orgánicas, las cuales expresan que son promulgadas para organizar poderes públicos, con el objeto de desarrollar derechos constitucionales, y las que sirven de marco a otras leyes (CRBV, 2000, Art. 203); mientras que las leyes ordinarias y sus respectivos reglamentos, se refieren a los actos normativos sancionados como tal por la Asamblea Nacional como ente legislador (CRBV, 2000, Art. 202); además del apoyo de los decretos, resoluciones y normas ambientales con que se rige la legislación ambiental venezolana.

Leyes Aprobatorias de Tratados, Convenios, Protocolos y Acuerdos Internacionales

Los documentos jurídicos en los que los actores de la Comunidad Internacional han convenido medidas relativas a la protección del ambiente y de los recursos naturales renovables,, resultan de trascendental interés al derecho ambiental nacional, los cuales se han ido desarrollando de acuerdo a las nuevas tendencias y estrategias del desarrollo sustentable y por ende de la preservación y conservación ambiental. Entre los tipos de Convenios, Tratados, Protocolos y Acuerdos Internacionales de relevancia mundial propiamente ambiental, se han considerado en esta tesis los siguientes:

Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas de los Países de América (Washington, EE.UU., 1940). Suscrita por Venezuela el 12 de octubre de 1940 y ratificada el 13 de noviembre de 1941, mediante la cual se comprometieron las naciones a crear dentro del territorio de sus respectivos países parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales y reservas de regiones vírgenes, fijar normas de reserva legal para la modificación de linderos de parques nacionales y adoptar leyes y reglamentos que aseguren la protección y conservación de la flora, fauna y los paisajes dentro de sus respectivos territorios. Igualmente se fijó un marco de medidas para la vigilancia y reglamentación de las importaciones, exportaciones y tránsito de especies protegidas de flora o fauna.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 1973). Suscrita por Venezuela el 03 de marzo de 1973 y ratificada el 10 de julio de 1976, donde se señala en sus tres apéndices, reglas que regulan el comercio internacional de especies en peligro de extinción (Apéndice I), de aquellas que no lo están pero pueden estarlo si no se realiza un manejo adecuado (Apéndice II) y de aquellas que sin estarlo son objeto de normativas en los países de origen que previenen o restringen su aprovechamiento (Apéndice III).

También, se prevé un conjunto de condiciones relativas al origen y contenido de los permisos y certificaciones de comercialización, así como las medidas o sanciones solidarias que deberán adoptar los Estados contratantes para la protección de estas especies. Se fijan las autoridades administrativas en materia de comercio internacional y se prevé la libertad de las naciones para adoptar medidas aún más estrictas.

Por consiguiente, Venezuela tiene incluido especies de la fauna silvestre en los tres apéndices de la CITES, que contiene las clases mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces; así como de la flora silvestre, compuesta por en un gran porcentaje por la clase dicotiledóneas, aunque también se incluyen algunas monocotiledóneas; sin embargo, el mayor esfuerzo se lleva a cabo en proteger las del apéndice I, ya que muchas de las especies de la fauna silvestre que están en ese apéndice, se encuentran en la lista oficial de animales vedados para la caza (Decreto N° 1.485, 1996) y en la lista oficial de animales en peligro de extinción (Decreto N° 1.486, 1996), además de estar en la lista de especies en peligro, en peligro crítico y vulnerables del Libro Rojo de la Fauna Venezolana (2008).

Convenio sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (París, Francia, 1972). Suscrita por Venezuela el 22 de noviembre de 1972 y ratificada el 06 de julio de 1990, en el cual se estableció el compromiso nacional e internacional, por parte de los Estados contratantes de proteger el patrimonio cultural y natural, a tal efecto los Estados adoptarían políticas generales de protección, se crearían servicios de conservación ambiental, se desarrollarían investigaciones científicas y se adoptarían medidas de protección, incluyendo la creación de un fondo de asistencia internacional. Se previeron en esta convención algunas nociones de lo que hoy se maneja como educación ambiental.

Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas (RAMSAR, Irán, 1971). Suscrita

por Venezuela el 02 de febrero de 1971 y ratificado el 16 de septiembre de 1988, en donde conforme a esta Convención las partes contratantes designarían humedales cuyas consideraciones ecológicas, botánicas, zoológicas e hidrológicas ameriten su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, a los fines de favorecer su conservación. Se estableció la Conferencia de las Partes contratantes como un mecanismo de evaluación de la gestión sobre los humedales de importancia internacional.

Por lo tanto, el país cuenta con cinco Sitios Ramsar legalmente declarados, puesto que en el año 1972, se promulgó el Primer Sitio Ramsar de Venezuela, denominado como aparece en el decreto de Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), Refugio de Fauna Silvestre “Cuare”, ubicado en el estado Falcón, con una superficie de 9.968 ha; posteriormente en el año 1996, se promulgaron los otros cuatro sitios Ramsar, que también son ABRAE, los cuales son el Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca “Ciénaga de Los Olivitos”, estado Zulia, con una extensión de 33.000 km²; además de los Parques Nacionales “Archipiélago Los Roques”, ubicado en las Dependencias Federales, con una superficie de 213.220 ha; la “Laguna de Tacarigua”, en el estado Miranda, con 9.200 ha; y la “Laguna de La Restinga”, ubicada en el estado Nueva Esparta, con una extensión de 5.248 ha (RAMSAR, 1996).

Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y Protocolo de Montreal para el Control de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SACO, 1985). Suscrito por Venezuela el 22 de marzo de 1985 y ratificado el 19 de julio de 1988, según este Convenio las partes tomarán las medidas apropiadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la capa de ozono.

A tal fin, las partes, de conformidad con los medios de que dispongan y en la medida de sus posibilidades cooperan en la evaluación de los efectos de las actividades humanas sobre la capa de ozono y de los efectos de la modificación de la capa de ozono sobre la salud humana y el ambiente; los Estados adoptarían las medidas legislativas o administrativas pertinentes para controlar, limitar, reducir o prevenir las actividades humanas bajo su jurisdicción que puedan tener efectos adversos como resultado de la modificación o probable modificación de la capa de ozono; y cooperan con los órganos internacionales competentes para la aplicación efectiva de este Convenio y de los Protocolos en que sean parte. Se promueven las investigaciones científicas, la cooperación multidisciplinaria y la transmisión de información. Entre otras cosas, se prevé una lista de sustancias que inciden sobre la capa de ozono.

Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SACO, 1987). Suscrito por Venezuela el 16 de septiembre de 1987 y ratificado el 11 de enero de 1989, en donde los Estados contratantes se comprometen a no consumir y a no producir sustancias agotadoras de la capa de ozono en niveles mayores a los calculados en el año 1986. Se prevén medidas de control internacional al comercio de las sustancias, y se fijan condiciones especiales para los países en desarrollo.

Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989). Suscrito por Venezuela el 22 de marzo de 1989 y ratificado el 16 de febrero de 1998, en el que este convenio consideró la posibilidad de que los Estados ejerzan su derecho a prohibir la importación de desechos peligrosos y otros desechos para su eliminación, prohíban la exportación de desechos peligrosos y otros desechos, y prohíban la exportación de desechos peligrosos y otros desechos si el Estado no da su consentimiento por escrito a la importación que se pretenda realizar. Asimismo, procura el establecimiento de medidas de control para la producción, manejo y disposición de estos desechos, por

lo que se establecen autoridades administrativas y, especialmente, se prevén reglas para la movilización transfronteriza de estos desechos.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kioto (1992). Suscrito por Venezuela el 13 de junio de 1992 y ratificado el 27 de diciembre de 1994, cuyo objetivo de este convenio es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida que las emisiones de la actividad humana (antropogénicas) resulten peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Se establecieron como premisas la de protección del sistema climático, la de respeto a las circunstancias de países en desarrollo, la de precaución de causas del cambio climático, la de derecho al desarrollo sostenible de las Naciones, y la de promoción de un sistema económico internacional abierto y de desarrollo sostenible. Como una nueva etapa del desarrollo de este convenio, se presenta el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, el cual fue ratificado por Venezuela a finales de año 2004, constituyéndolo en Ley Aprobatoria.

Este convenio, con el fin de promover el desarrollo sostenible de las partes contratantes, prevé la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, así como, la aplicación de políticas y medidas para reducir al mínimo los efectos adversos del cambio climático, sus efectos en el comercio internacional y las repercusiones sociales, ambientales y económicas relacionadas tanto por circunstancias de aplicación del convenio como por el cambio climático. En este convenio se prevé la reducción retroactiva de las emisiones, las cuales deberán disminuir entre el año 2008 y 2012, un 5 % respecto al año 1990.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, Brasil, 1992). Suscrito por Venezuela el 05 de junio de 1992 y ratificado el 12 de septiembre de 1994, siendo los objetivos de ese convenio la conservación de la diversidad biológica, la utilización sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías para manejarlos de manera sustentable, tanto para las presentes como las futuras generaciones.

Se reconoce en el convenio el derecho soberano de los Estados para aprovechar sus propios recursos en aplicación de su respectiva política ambiental, pero se reconoce además la obligación que tienen de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción y bajo su control no perjudiquen al medio ambiente de otros Estados. Se afirma en esta convención que la diversidad biológica constituye un interés común de la humanidad y por ende, las disposiciones de la convención se aplican jurisdiccionalmente sobre los componentes y los procesos que involucren la diversidad biológica. Así pues, el 24 de mayo del año 2000, de acuerdo a la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.468, se publicó la Ley de Diversidad Biológica, la cual fue derogada en fecha 25 de noviembre de 2008, por la nueva Ley de Gestión de la Diversidad Biológica, de fecha 1° de diciembre del año 2008, publicada según gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.070.

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Suscrito por Venezuela el 22 de mayo de 2000 y ratificado el 2 de enero de 2002. Conforme al principio de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo de este Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización segura de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos

adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos trasfronterizos.

Convención de las Naciones Unidas sobre la Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (LCD), en aquellos Países afectados por sequía grave y/o Desertificación, en particular en África (1994). Suscrita por Venezuela el 17 de junio de 1994 y ratificada el 23 de junio de 1998. El objetivo de dicha Convención es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas. La consecución de este objetivo exigirá, según el texto del convenio “la aplicación en las zonas afectadas de estrategias integradas a largo plazo que se centren simultáneamente en el aumento de la productividad de las tierras, la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos de tierras y recursos hídricos, todo ello con miras a mejorar las condiciones de vida, especialmente a nivel comunitario”.

Convenio Internacional de las Maderas Tropicales (1983, 1994 y 2006) (UNCTAD, 2006), que entró en vigor en diciembre de 2011, constituye un acuerdo que garantiza que las exportaciones de maderas tropicales y productos madereros de especies no incluidas en la CITES provienen de fuentes sostenibles. Los objetivos son promover la expansión y diversificación del comercio internacional de maderas tropicales de bosques ordenados de forma sostenibles y aprovechados legalmente y promover la ordenación sostenible de los bosques productores de maderas tropicales.

Este Convenio Internacional en virtud del cual realiza su labor la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), se negoció bajo los auspicios de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) para establecer un marco eficaz de cooperación y consulta entre los

países productores y consumidores. Por lo tanto, las Partes en el presente Convenio, tienen que tomar en cuenta la Declaración y el Programa de Acción sobre el Establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional, el Programa Integrado para los Productos Básicos, la Nueva Asociación para el Desarrollo y el Espíritu de Sao Paulo y el Consenso de Sao Paulo, aprobados por la XI UNCTAD; también se debe tomar en cuenta el Convenio Internacional de las Maderas Tropicales de los años 1983 y 1994, y reconocer la labor realizada por la OIMT y los logros alcanzados desde sus comienzos, incluida una estrategia para lograr que el comercio internacional de maderas tropicales provenga de recursos forestales ordenados de forma sostenible.

Legislación Ambiental Venezolana

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000).

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV, 2000), en el Capítulo IX De los Derechos Ambientales, establece en su artículo 127 lo siguiente:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”.

En consecuencia, la protección del ambiente es un derecho y un deber ciudadano, y el Estado está llamado y obligado a protegerlo y mantener el ambiente con la participación activa de la sociedad para beneficio de las presentes y futuras generaciones de acuerdo a lo establecido en las leyes orgánicas y ordinarias.

Mientras que el artículo 128 expone que:

“El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento”.

Por lo tanto, la política de ordenación del territorio atenderá a las realidades ecológicas de acuerdo a las premisas del desarrollo sustentable, que incluyen también la protección de las áreas boscosas naturales y plantadas, así como las además funciones de los ecosistemas.

En tanto que el artículo 129 indica que:

“Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultura. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas. En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que involucren los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviera expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a sus estado natural si éste resultara alterado, en los términos que fije la ley”.

El mecanismo constitucional de control sobre las actividades capaces de degradar el ambiente, impedimentos para la entrada de desechos tóxicos y peligrosos, y cláusula contractual tácita de protección ambiental.

Leyes Orgánicas.

Son las leyes que se publican para organizar los poderes públicos, para desarrollar derechos constitucionales y como marco a otras leyes, entre ellas se encuentran:

Ley Orgánica del Ambiente (2006).

Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado (LOA, Art. 1).

En consecuencia, el Art. 80, expresa que se consideran actividades capaces de degradar el ambiente, actividades tales como las que directa o indirectamente contaminen o deterioren la atmósfera, agua, fondos marinos, suelo y subsuelo o incidan desfavorablemente sobre las comunidades biológicas, vegetales y animales; las que aceleren los procesos erosivos y/o incentiven la generación de movimientos morfodinámicos; así como cualesquiera otras que puedan dañar el ambiente o incidir negativamente sobre las comunidades biológicas, la salud humana y el bienestar colectivo.

Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983).

La presente Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que regirán el proceso de ordenación del territorio en concordancia con la Estrategia de Desarrollo Económico y Social a largo plazo de la nación (LOPOT, Art. 1). Por lo tanto, el Art. 2, expresa que la ordenación del territorio debe atender la regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, en este caso del estado Barinas, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la dicha población, la organización del aprovechamiento y usos de los recursos naturales y la protección y valorización del ambiente como objetivos fundamental del desarrollo sustentable. También se enuncian las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). (LOPOT, Arts. 15 y 16).

Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (1987).

Tiene por objeto la ordenación del desarrollo urbanístico en todo el territorio nacional con el fin de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados. El desarrollo urbanístico salvaguarda los recursos ambientales y la calidad de vida de los centros urbanos (LOOU, Art. 1). Esta Ley parte de la premisa que el desarrollo urbanístico es planificado y armónico con relación a los espacios a ocupar; sin embargo, esto no ocurre así, puesto que se constata la anarquía en la manera de construir urbanizaciones, y peor aún la construcción de los barrios de forma anárquica.

Leyes Ordinarias.

Son los actos normativos sancionados como tal por la Asamblea Nacional como ente legislador, entre las cuales se tienen:

Ley Forestal de Suelos y de Aguas (1966).

Esta Ley sólo tiene vigente el Título VI, Capítulo Único, De los Suelos, con sus seis artículos que van del 82 al 87, donde se expone que los suelos deben usarse de acuerdo con su capacidad agrológica específica. El Ejecutivo Nacional proveerá lo conducente para la clasificación de las tierras del territorio nacional, basada en la pendiente, grado de erosión, fertilidad del suelo y factores del clima (LFSA, Art. 82). Por lo tanto, el aprovechamiento de toda clase de suelos deberá ser practicado en forma tal que se mantenga su integridad física y su capacidad productora.

Ley de Protección a la Fauna Silvestre (1970).

Rige la protección y aprovechamiento racional de la fauna silvestre y de sus productos, y el ejercicio de la caza (LPFS, Art. 1). Define y califica a los animales de la fauna silvestre, así como sus productos, prevé el régimen de exclusión y las áreas de reserva, refugios y santuarios de fauna. Procura el estímulo de la investigación científica y regula incluso, los sistemas de caza, previendo los instrumentos de control administrativo bajo los cuales se puede realizar, las zonas y las épocas de veda y de cacería. Las disposiciones relacionadas con la comercialización son complementadas con las normas sobre la Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos (2001).

Tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el ambiente. Este instrumento no sólo se limita a regular las actividades y procesos, sino que además incluye previsiones ante todo lo relacionado con sus

efectos en la salud y en el ambiente, y las sustancias y materiales peligrosos que pretendan destinarse para uso agrícola, industrial, de investigación científica, educación, producción u otros fines. Entre sus premisas se señala que la falta de certeza científica no podrá servir de fundamento para postergar la adopción de medidas preventivas y correctivas que fueren necesarias para impedir el daño a la salud y al ambiente.

Ley de Aguas (2007).

Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés del Estado (LA, Art. 1). Asimismo, se refiere a que son bienes del dominio público todas las aguas del territorio nacional, sean continentales, marinas e insulares, superficiales y subterráneas; así como también todas las áreas comprendidas dentro de una franja de 80 m a ambas márgenes de los ríos no navegables o intermitentes y 100 m a ambas márgenes de los ríos navegables, medidos a partir del borde del área ocupadas por las crecidas, correspondientes a un período de retorno de 2,33 años (LA, Art. 6).

Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (2008).

Esta Ley tiene por objeto gestionar la diversidad biológica en sus diversos componentes, comprendiendo los genomas naturales o manipulados, material genético y sus derivados, especies, poblaciones, comunidades y los ecosistemas presentes en los espacios continentales, insulares, lacustres y fluviales, mar territorial, áreas marítimas interiores y el suelo y subsuelo y espacios aéreos de los mismos en garantía de la seguridad y soberanía de la Nación; para alcanzar el mayor bienestar colectivo, en el marco del desarrollo sustentable (LGDB, Art. 1). Por consiguiente, se declara de utilidad pública e interés social todas las actividades, acciones, medidas

y obras que tengan por finalidad la gestión de los componentes de la diversidad biológica (LGDB, Art.3).

Ley de Tierras Urbanas (2009).

El objeto de la presente Ley es regular la tenencia de tierras urbanas sin uso, aptas para el desarrollo de programas sociales de vivienda y hábitat, a los fines de establecer las bases del desarrollo urbano y la satisfacción progresiva del derecho a las viviendas dignas en las zonas urbanas (Art.1). Por lo tanto, se declaran de utilidad pública e interés social las tierras urbanas sin uso.

Ley de Reforma Parcial de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2010).

La presente Ley tiene por objeto establecer las bases del desarrollo rural integral y sustentable; entendido éste como el medio fundamental para el desarrollo humano y crecimiento económico del sector agrario dentro de una justa distribución de la riqueza y una planificación estratégica, democrática y participativa, eliminando el latifundio y la tercerización como sistemas contrarios a la justicia, la igualdad, al interés general y a la paz social en el campo, asegurando la biodiversidad, la seguridad agroalimentaria y la vigencia efectiva de los derechos de protección ambiental y agroalimentario de la presente y futuras generaciones (Art.1). Asimismo, se establecen las bases del desarrollo rural sustentable, puesto que queda afectado el uso de todas las tierras públicas y privadas con vocación de uso agrícola.

Ley de Bosques (2013).

Tiene por objeto garantizar la conservación de los bosques y demás componentes del patrimonio forestal y otras formas de vegetación silvestre no arbórea, estableciendo los preceptos que rigen el acceso y manejo de estos recursos naturales, en función de los intereses actuales y futuros de la Nación, bajo los

lineamientos del desarrollo sustentable y endógeno (LB, Art. 1). En consecuencia, se declaran de utilidad pública e interés social la conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques, el patrimonio forestal y el desarrollo de las cadenas productivas forestales. (LB, Art. 4).

Ley de Pesca y Acuicultura (2014).

Tiene por objeto regular el sector pesquero y de acuicultura para asegurar la soberanía alimentaria de la Nación, especialmente la disponibilidad suficiente y estable de productos y subproductos de la pesca y la acuicultura dirigidos a atender de manera oportuna y permanente las necesidades básicas de la población. A tal efecto, establecerá las normas a través de las cuales el Estado planificará, promoverá, desarrollará y regulará las actividades de pesca, acuicultura y conexas, en base a los principios rectores que aseguren la producción, la conservación, el control, la administración, el fomento, la investigación, el aprovechamiento responsable y sustentable de los recursos hidrobiológicos, teniendo en cuenta los aspectos biológicos tecnológicos, económicos, sociales, culturales, ambientales y de intercambio y distribución solidaria (LPAC, Art. 1). También, se declara a la pesca, acuicultura y sus actividades conexas de utilidad pública, interés nacional e interés social, por la importancia estratégica que tienen para garantizar la soberanía alimentaria, la nutrición de la población, por los beneficios socioeconómicos y tecnológicos que se derivan de ellas, así como por su importancia geopolítica y genética (LPAC, Art. 4).

Ley de Calidad de las Aguas y del Aire (2015).

La presente Ley tiene por objeto establece las disposiciones sobre la gestión de la calidad de las aguas y del aire; las molestias ambientales, y las condiciones bajo las cuales se debe realizar el manejo de los residuos líquidos y gaseosos; con el fin de proteger la salud de los seres vivos y los ecosistemas (LCAA, Art. 1). Además de

establecer las normas para la calidad del agua y del aire; los mecanismos de calidad de contaminación hídrica y atmosférica; las molestias ambientales; las condiciones bajo las cuales se debe realizar el manejo de los residuos y desechos líquidos y gaseosos, así como cualquier otra operación que los involucre; con el fin de proteger la salud y el ambiente.

Ley Penal del Ambiente (2012).

Esta Ley tiene por objeto tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo, determinar las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales (LPA, Art. 1). El Segundo y Tercer Plan de la Patria (2013-2019; 2019-2025), en el Gran Objetivo Histórico N° 5, cuyo objetivo general es “Construir e impulsar el modelo económico productivo ecosocialista, basado en una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, que garantice el uso y aprovechamiento racional, óptimo y sustentable de los recursos naturales, respetando los procesos y ciclos de la naturaleza”. Los asuntos ambientales se agrupan en tres grandes grupos: Ordenación del territorio, defensa de los recursos naturales y espacios en su estado virgen o poco intervenidos o alterados.

Leyes Estadales.

Son las leyes que por atribuciones que se les confiere a los Consejos Legislativos se publican en los estados, entre las cuales se tienen:

Ley de Protección y Conservación de las Cuencas Hidrográficas y los Ríos del Estado Barinas (2005).

Esta Ley tiene por objeto desarrollar las competencias constitucionales y legales que tiene el estado Barinas en cuanto a la protección y conservación de las cuencas hidrográficas, en su territorio, así como desarrollar los principios de colaboración, subordinación y coordinación con el Poder Público Nacional, en la elaboración, divulgación, desarrollo y ejecución de las políticas nacionales vinculadas con los componentes del medio ambiente, fundamentalmente en la referente a sus cuencas y sus ríos; igualmente, establecer la participación del Estado en alianza con la comunidad organizada, a los fines de garantizar una efectiva y eficiente política dirigida a garantizar a los ciudadanos, el mejoramiento y preservación de los recursos hídricos y el derecho a un ambiente sano, con todo el significado que desde el punto vital representa para esta y las futuras generaciones de barineses (LPCCHREB, 2005).

Asimismo, se refiere a las competencias del estado Barinas en la protección y conservación de las cuencas hidrográficas y los ríos, ya que enumera las funciones y atribuciones que puede ejercer, a los fines de garantizar el derecho a un ambiente sano, la protección, conservación de las cuencas que garantizan los recursos hídricos existentes en su territorio; así como lo referido a las competencias específicas del estado Barinas en materia de cuencas hidrográficas; además, de las competencias de colaboración con organismos nacionales en la protección y conservación general del ambiente.

Ley de Preservación, Defensa y Conservación Ecológica y Ambiental del Estado Barinas (2010).

La presente Ley tiene por objeto establecer los principios de la política ecológica y ambiental en el territorio del estado Barinas y la regulación de la forma y

términos de su aplicación; así como también el ordenamiento ecológico regional y local, la conservación de la biodiversidad, la restauración del equilibrio ecológico, la protección del medio ambiente y el aprovechamiento racional de sus recursos para propiciar el desarrollo sostenible del estado (LPDCEAEB, 2010). Por lo tanto, las disposiciones contenidas en esta ley son de orden público e interés social, ya que se desglosa en el manejo y la planificación ecológica y ambiental; la participación ciudadana; la educación ambiental; la preservación, restauración, y conservación de los recursos naturales; la evaluación de los impactos ambientales; y la documentación e información ecológica y ambiental.

Reseña Histórica de la Protección Internacional del Ambiente

En pleno siglo XXI resulta difícil, por no decir imposible, referirse a una concienciación y sensibilización plena sin considerar el tema ambiental, ya que las catástrofes provocadas por actividades humanas convierten al ambiente en una de las principales preocupaciones de las diferentes sociedades, que intentan organizarse para hacerles frente de forma individual y colectiva a esa problemática, tanto local, regional y de forma global; aunque más que tomar conciencia y sensibilidad mundial respecto a los problemas ambientales, es fundamental el temor, la inquietud y preocupación provocada en todo el planeta por el uso y abuso incontrolado de la naturaleza y su impacto en el aprovechamiento insustentable de los recursos naturales, y por ende en perjuicio de la seguridad alimentaria y el deterioro progresivo de la salud de toda forma de vida en general, lo que ha llevado a la búsqueda de soluciones comunes, que además sean viables, vivibles, equitativas y sustentables.

Por consiguiente, también es considerable el papel que juegan varias organizaciones no gubernamentales con alcance nacional e internacional, particularmente las que se encuentran activas en materia ambiental, en la internalización de la problemática y con ello en la interiorización por parte de la

población en la lucha contra la erosión, degradación, devastación y contaminación, así como la preservación, conservación, defensa y mejoramiento tanto de los recursos naturales renovables como lo no renovables, con la prevención, vigilancia y control de suelos, agua superficial y subterránea, vegetación y fauna silvestre; puesto que es fundamental referirse en las conferencias mundiales sobre la problemática ambiental del planeta.

La humanidad actualmente está en el planteamiento más global de las cuestiones del pensamiento, por cuanto lo que se discute con amplias concepciones del mundo y de la naturaleza, así como del lugar que el hombre ocupa, por lo que subdividir la conciencia individual en dos corrientes bien diferenciadas entre sí, como es el antropocentrismo versus biocentrismo; por un lado el antropocentrismo es la tendencia de prácticas insustentables con la capacidad de carga del planeta, y por el otro, el biocentrismo que es la decisión inteligente y sensata de interiorización de posturas cónsonas con el desarrollo sustentable.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que se celebró en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992, donde se reunieron los representantes de 178 países (117 jefes de Estado), en el cual definieron el concepto de “desarrollo sustentable”, y está expuesto en los 27 puntos de la Carta de la Tierra, que afirma la necesidad de que el desarrollo económico y social que actualmente existe, debe ser con el de conservar el planeta para las generaciones futuras. Por otra parte, en Berlín, Alemania en 1995, 160 países firmaron acuerdos sin establecer compromisos para reducir los gases de efecto invernadero. Al año siguiente, en Ginebra, 150 países reconocieron la responsabilidad de las actividades humanas como determinantes del recalentamiento global.

La Conferencia de Kioto sobre el calentamiento global celebrado en Kioto, Japón, del 1 al 10 de diciembre de 1997, logró la participación de 159 países concienciados sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. El

Protocolo de Kioto prevé una reducción media del 5,2 % de tales emisiones: la Unión Europea: 8 %; Estados Unidos: 7 %; Japón: 6 %; Canadá: 6 %; y los países del Sur en vías de desarrollo no quedan obligados a reducir su emisiones, sin embargo, no entrará en vigencia hasta que no lo ratifique el 55 % de los países más industrializados, es decir, aquellos de mayor Producto Interno Bruto (PIB).

Ahora bien, la Conferencia de Buenos Aires, Argentina, celebrada del 2 al 13 de noviembre de 1998, reunió 160 países. No obstante, no provocó ningún cambio notable, excepto la firma del Protocolo de Kioto por parte de Estados Unidos. Al año siguiente, en Bonn, Alemania, se celebró la V Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la cual estuvo dominada por el debate técnico sobre los mecanismos del Protocolo de Kioto. En tanto que, la Conferencia de La Haya, que tuvo lugar en noviembre de 2000, fracasó estrepitosamente, ya que estaba prevista para que los delegados de 55 países, que representaban el 55 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzasen un acuerdo sobre la aplicación de la resolución tomadas en Kioto, pero se interpuso con la oposición de Estados Unidos y Rusia.

En consecuencia, no fue sino en noviembre de 2001 en la VII Conferencia sobre el Cambio Climático, celebrada en Marrakech, Marruecos, en donde 180 países, sin la participación de Estados Unidos ni Rusia, firmaron ratificando por fin “asumiendo” el Protocolo de Kioto. Estados Unidos y Rusia se retiraron del tratado argumentando que el protocolo dañaría gravemente la economía sus países, ya que dos de los más grandes generadores de gases de efecto invernadero, China e India, no tiene ninguna responsabilidad respecto al Protocolo de Kioto. Por consiguiente, del 6 al 17 de noviembre de 2006, se celebró en Nairobi la XII Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Clima, que congregó a 6.000 participantes procedentes de 188 países. Los resultados fueron decepcionantes, puesto que las emisiones de gases de efecto invernadero deberán reducirse a la mitad de aquí a 2050, y se trata de una prolongación del Protocolo de Kioto tras 2012, fecha de su finalización.

La Cumbre de Copenhague, Dinamarca, celebrada del 7 al 8 de diciembre de 2009, pretendía marcar objetivos para reemplazar los del Protocolo de Kioto. Asistieron representantes de 192 países, pero no se alcanzó ningún acuerdo vinculante de reducción efectiva de las emisiones contaminantes. En la Cumbre de Cancún, México, celebrada en diciembre de 2010, tampoco hubo novedades reales y efectivas. Un año más tarde, es decir en el 2011, Canadá se retira del Protocolo de Kioto para evitar multas por incumplimiento.

Por lo anterior descrito, en términos generales queda en evidencia las siguientes consideraciones: 1) que el desarrollo sustentable es complejo; 2) que la principal preocupación ha sido el cambio climático y la reducción de CO₂; y 3) que los intereses de crecimiento económico predominan a los de sustentabilidad. Asimismo, de manera epistemológica, se demuestra que la actividad industrial intensiva a la cual es expuesto el planeta, empieza a partir de la década de 1970 a dar signos de translimitación ecológica, es decir, el aumento en demasía de impactos ecológicos negativos sobre la biocapacidad o capacidad regenerativa del planeta (WWF, 2012).

Reseña Histórica de la Huella Ecológica

El nombre de huella ecológica aparece en el artículo publicado por William Rees denominado “Huella ecológica y capacidad de carga adecuada: lo que deja fuera la economía urbana” (Rees, 1992). Finalmente, Wackernagel and Rees (1994), desarrollaron en la tesis doctoral de Mathis Wackernagel presentada en la universidad de Vancouver, Canadá y asesorado por William Rees, denominada “Huella ecológica y capacidad de carga adecuada: lo que deja fuera la economía urbana” (Wackernagel, 1994), donde definieron la huella ecológica como “el suelo bioproductivo terrestre necesario del cual la ciudad depende para su funcionamiento, es decir, para mantener su consumo y eliminar sus desechos de una población determinada, en cualquier lugar del planeta”; por lo que posteriormente, Wackernagel and Rees (1996), publicaron el

libro titulado “Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra”.

Los mencionados autores marcaron un debate internacional sobre la sustentabilidad, al señalar lo sorprendente que resulta tanta tensión entre numerosos intereses en sus esfuerzos para definir la sustentabilidad y tanto desencanto público en el concepto desarrollo sustentable; con argumentos desde una perspectiva crítica al mundo materialista y que apunta a cada vez más crecimiento, lo que políticamente es aceptable, ecológicamente es devastador, mientras que lo ecológicamente necesario es políticamente imposible. Por lo tanto, desarrollaron una nueva estrategia de sustentabilidad que fuera consciente con la máxima demanda ecológica aceptable; es allí donde entra la huella ecológica que es una herramienta para la toma de conciencia y sensibilización que puede ayudar a desarrollar una comprensión común del problema y explorar las implicancias de soluciones alternativas, y ayudar a traducir la sustentabilidad de la planificación a la acción.

Al igual que pasa con otros indicadores, también existen factores de equivalencia; por ejemplo el factor de productividad basado en la conversión de un tipo de unidad de tierra (como los cultivos o bosques) en un área productiva universal o hectárea global aparece un factor de corrección; los cultivos tienen un factor de 2,51 mientras que en los pastizales solo es de 0,46. La huella ecológica, es un concepto más complejo que el de capacidad de carga, que proviene de la biología; ya que en lugar de utilizar los recursos de una hábitat para determinar sus límites, cuantifica las actividades de una especie para establecer su impacto la condición es clara: nuestra forma de vivir y la industrialización ha sobrepasado enormemente el metabolismo biológico natural del sistema donde nos asentamos.

Existen grandes desequilibrios entre las huellas de los países industrializados, los en vías de desarrollo, los del tercer o los del cuarto mundo, por lo que el éxito del concepto de huella ecológica está en una denominación bastante acertada, que ayuda

a comprender que el funcionamiento de una metrópoli está ligado con un territorio de influencia del que precisa para la extracción de alimentos, agua, oxígeno, materiales manufacturados, entre otros, así como el suelo necesario para asimilar sus residuos sólidos y líquidos generados. La huella se ha aplicado en una amplia variedad de formas, lo que puede proporcionar una perspectiva global sobre el alcance actual del impulso de la ecología, así como una perspectiva más localizada sobre la ciudad y los problemas de recursos regionales de que dispone para alcanzar el denominado desarrollo sustentable.

De acuerdo con la Red Global Footprint, es decir, la Red Global de la Huella Ecológica (GFN, 2015) generalmente el comportamiento de la huella ecológica y la biocapacidad tienen una relación lineal inversa; cuanto mayor es la huella ecológica menor es la biocapacidad por efectos de la presión que se ejerce sobre los recursos naturales, luego cuando se tiene una huella ecológica baja se tiende a recuperar la biocapacidad. El valor de la huella como medida de sustentabilidad depende no sólo en la integridad científica de la metodología, sino también sobre la aplicación coherente en la presentación e interpretación de la misma; también depende de los resultados de los análisis que se comunican de una manera que no distorsione o tergiverse los hallazgos, para abordar estas necesidades, se inició la denominada Red Global Footprint o Red Global de la Huella Ecológica como un proceso consensuado, basado en comités, para la investigación científica en curso de revisión de la metodología y para el desarrollo de normas que rigen dichas aplicaciones.

Términos y Definiciones.

Huella Ecológica.

En el año 1992, en un artículo publicado por William Rees, aparece el concepto de la Huella Ecológica (Rees, 1992). Posteriormente en el año 1994, en la tesis doctoral elaborada por Mathis Wackernagel (Wackernagel, 1994) y presentada a

la Universidad de Vancouver, Canadá, tutorado y asesorado por el Prof. Rees, definieron la huella ecológica como:

“El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques y ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos generados por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esta área” (P. 72).

El concepto de huella ecológica, debido a las diferentes interrelaciones, ha sido desarrollado como una herramienta que permite la determinación de la superficie de tierra y agua, desglosada en diversas categorías (cultivo, pastos, ecosistemas acuáticos, bosques naturales y plantados, carbono y tierras construidas), que se requiere de forma continuada para aportar toda la energía y recursos materiales consumidos y a la vez, absorber todos los residuos generados por un individuo en particular, una población específica, una economía, un país o todo el planeta (Chambers *et al.*, 2000: 47; Lenzen and Murray, 2003: 113).

El propósito general de la huella ecológica es comparar el consumo humano real de recursos naturales renovables y bienes y servicios ecológicos con la disponibilidad de la naturaleza de ese capital ambiental. La huella hace esta medición estimando las superficies de tierra y agua productivas en términos biológicos que se requieren para suministrarnos los bienes y servicios que se consumen y luego los compara con el área existente, es decir, la biocapacidad de la Tierra. El cálculo se hace usando las hectáreas globales como unidad de medida, mientras que la biocapacidad funciona como un parámetro ecológico que sirve para medir la demanda de las actividades humanas a los ecosistemas (Galli *et al.*, 2014; Wackernagel *et al.*, 2014; Lin *et al.*, 2015).

Por lo tanto, la huella ecológica (HE) es una medida de la carga impuesta por una población dada a la naturaleza, por lo que se utiliza a escala de naciones, regiones,

estados, municipios, parroquias, instituciones, organizaciones, empresas y personas, y se expresa en hectáreas por habitante (ha/hab) o en hectáreas por personas (ha/per); por lo tanto, la huella ecológica es un coeficiente que, conociendo la población en el momento del cálculo y la extensión de la zona considerada, puede traducirse en un área, por lo que cuanto mayor sea la huella ecológica, mayor será el impacto ambiental que provoca tanto dentro como fuera de sus límites.

En este sentido, la huella ecológica es un indicador que estima la superficie mínima requerida por una población a los fines de suministrar materia y energía y absorber los desechos generados por ésta, en un momento o período concreto. La huella ecológica brinda un reflejo aproximado de la relación existente entre la población de un lugar, el consumo de recursos naturales, la alteración o impactos de las condiciones de su entorno y su capacidad de carga límite, y posee carácter integrador por cuanto considera tanto los recursos utilizados, los residuos generados debido al funcionamiento del modelo de producción y consumo de dicha comunidad. Así pues, la huella ecológica es la medida del impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza, representada por la superficie necesaria para producir los recursos y absorber los impactos de dicha actividad.

Huella Hídrica.

La Huella Hídrica (HH) o huella del agua, se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir bienes y servicios de un individuo, de una comunidad o de una empresa, es un indicador del consumo de agua directo e indirecto de un consumidor o productor, ya sea una comunidad o de una empresa y está definida como el volumen total de agua que necesita para producir los productos y servicios consumidos por los mismos. El uso del agua se mide en volumen de agua consumida (o evaporada) y/o contaminada por unidad de tiempo (Hoekstra and Chapagain, 2006).

Huella de Carbono.

Mientras que la Huella de Carbono (HC) es la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos como resultado directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Su impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de las emisiones de GEI siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064-1, PAS 2050 o GHG PROTOCOL, entre otras. Es por ello que la electricidad generada a partir de los combustibles fósiles tiene una huella 10 veces superior a la hidroeléctrica y fotovoltaica y 100 veces más que la eólica (Wiedmann and Minx, 2008). Por lo tanto, los seis gases de efecto invernadero son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Huella Social.

En tanto que la Huella Social (HS) podría entenderse como el impacto medible y cuantificable que una empresa deja en la sociedad por razón de sus actividades. Las operaciones de una empresa tienen impactos en diversos ámbitos que afectan a las posibilidades de desarrollo de una comunidad, los cuales pueden ser tanto positivos como negativos, ya que el bienestar de una comunidad depende de la felicidad de los individuos que la componen, de las oportunidades de desarrollo profesional y económico, y del equilibrio con el contexto natural o urbano que la rodea. Por lo tanto, la huella social puede dividirse en tres componentes: bienestar social, economía local y entorno (Nuemark et al, 2012).

Por tanto, la empresa no puede evitar dejar rastro porque sus actividades involucran a personas y con sus decisiones crean empleo, que es en la actualidad lo más esperado de una empresa, puesto que pueden poner en riesgo los derechos humanos, los principios y derechos fundamentales en el trabajo; también impactan, por ejemplo, sobre la cultura. En sus prácticas laborales pueden o no gestionar

correctamente las condiciones de trabajo y protección social, por lo que deben cuidar con mayor o menor esmero la salud mental y física y la seguridad en el puesto de trabajo y realizar una apuesta clara y convencida sobre el desarrollo y formación de las personas; aunque también puede dejar una huella positiva, por la forma de hacer negocios, el compromiso con el ambiente, la competencia leal, el respeto a la legalidad laboral, la debida cancelación fiscal, entre otras.

Biocapacidad.

La capacidad de carga (CC) o biocapacidad (BC) es entendida “como la máxima población (N° de individuos) de una especie concreta que puede ser soportada indefinidamente en un hábitat determinado sin disminuir permanentemente la productividad de éste” (Rees, 1996: 203). Igualmente, la capacidad carga de un ecosistema puede establecerse como la carga máxima soportable por éste de forma persistente sin modificar sus características, y puede ser considerada como la población máxima de una especie que puede mantenerse indefinidamente en un hábitat definido sin menoscabar la productividad de éste (Rees and Wackernagel, 1996: 224).

Así pues, la biocapacidad o capacidad biológica o ecológica de un territorio, se define como la superficie productiva disponible dentro de un territorio considerado; por esto, la estimación de la biocapacidad refleja las superficies reales de las diferentes categorías de las que dispone el ámbito territorial de estudio. La biocapacidad disponible hace referencia al consumo máximo que es posible sostener en el ámbito territorial de estudio sin alterar la productividad de manera permanente (Rees and Wackernagel, 2008). Aunado a ello, la biocapacida es la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos utilizados por personas y para absorber los desechos generados por estas personas.

Ahora bien, la biocapacidad se calcula para cada uno de los cinco principales tipos de suelo: a) biocapacidad de las tierras de cultivo; b) biocapacidad de las tierras de pastoreo, incluye también otras tierras boscosas. c) biocapacidad de los ríos incluye las lagunas; d) biocapacidad de las tierras forestales; y e) biocapacidad de terrenos construidos o edificados, incluidas infraestructura y energía hidroeléctrica. La biocapacidad mide el área de tierra y agua biológicamente productivas necesarias para producir un abastecimiento regular de recursos naturales renovables y para absorber los desechos generados por los seres humanos, por lo que se expresa en hectáreas globales (hag).

Por lo tanto, la diferencia entre la biocapacidad y la huella ecológica de una población, región o país, presenta déficit de biocapacidad, se produce cuando la huella de un ente supera la biocapacidad del área disponible para la población. En cambio, se produce un resto de la misma cuando ésta supera a la huella de una población; de esta manera, cuando hay un déficit regional o nacional de biocapacidad, significa que la región tiene que importarla, a través del comercio o eliminar los activos ecológicos regionales; contrariamente, el déficit global de biocapacidad no se puede compensar a través del comercio y por tanto es igual a la translimitación.

Desarrollo Sustentable.

El informe presentado a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado *Nuestro Futuro Común* (1987), esboza el concepto de desarrollo sustentable como: "... un curso de progreso humano capaz de satisfacer las necesidades y aspiraciones de la generación presente, sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades" (Brundtland, 1987: 23; The World Commission on Environment and Development [WCED], 1987: 40); por lo que está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sustentable.

El Informe Brundtland de 1987 destaca lo siguiente: el desarrollo sustentable implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones a 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 (WCED, 1987). Asimismo, el desarrollo sustentable se define como un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades; tal definición fue empleada por la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 1987).

Continuando con el Informe Nuestro Futuro Común (NU, WCED, 1987), se plantea por primera vez la interconexión entre tres esferas, las cuales incluyen los pilares ecológico, económico y social (Ver Figura 4), como integrantes de los problemas ambientales, dada la importancia de evaluar cualquier acción o iniciativa desde la perspectiva de estos tres enfoques, tanto a nivel local como global, puesto que la estrategia para alcanzar el desarrollo sustentable tiene que integrar a como un todo estos tres aspectos para la planificación y toma de decisiones, con el fin de preservar y conservar los recursos naturales de manera racional e integral, ya que la ecología no sólo se limita a la protección del ambiente y la economía no se limita a la producción de riqueza, sino de manera conjunta al desarrollo sustentable, dado que ambas son indispensables para mejorar la calidad de vida de la humanidad, puesto que los problemas ambientales igualmente a los aspectos sociales, y por ende, a los actores políticos.

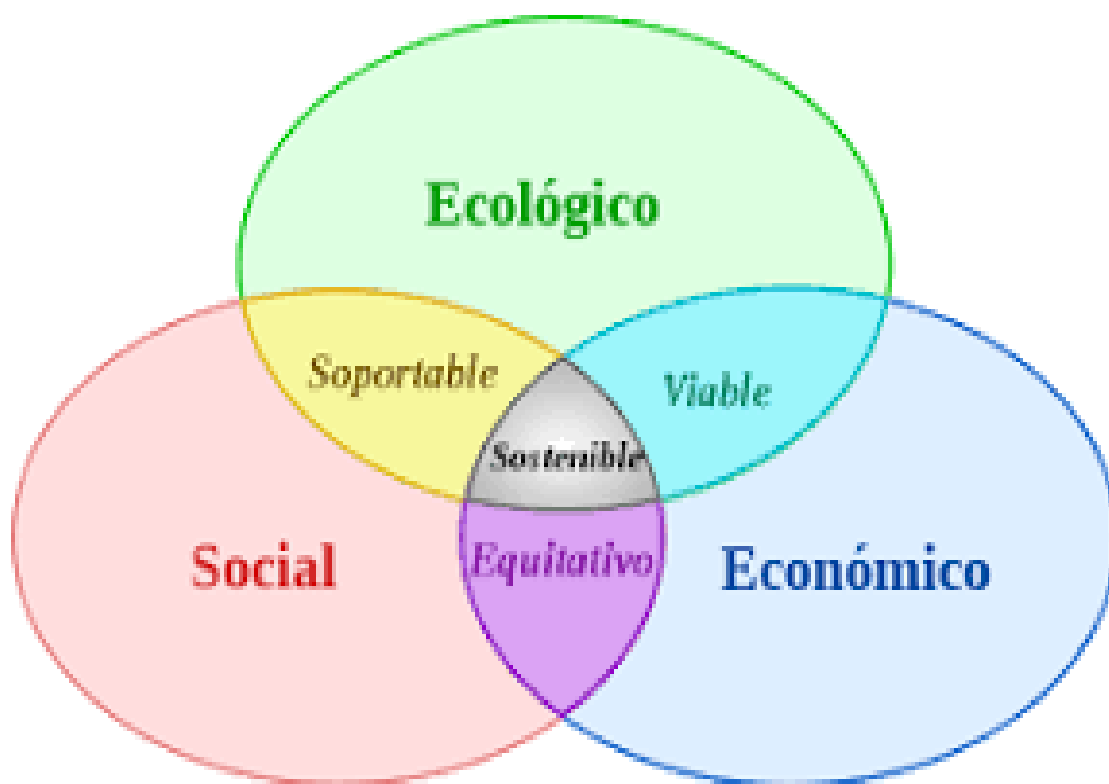


Figura 4. *Los tres pilares del desarrollo sostenible: ecológico, económico y social (UN, WCED, 1987).*

Por su parte, Gabaldón (2006), define el desarrollo sustentable como “... un curso de progreso humano capaz de satisfacer las necesidades y aspiraciones de la generación presente, sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades” (p. 489). Por ello, el desarrollo sustentable implica límites que impone a los recursos del ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de la actividad humana, 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.

Según Lubbers and Morales (2001), son principios esenciales para que pueda emerger un orden mundial más libre, justo y sustentable los siguientes: 1) el respeto y cuidado para la vida en todas las formas, en bien de la presente y futura generación;

2) el valor de la integridad ecológica y especialmente de la biodiversidad y los procesos naturales como soporte de la vida; 3) la justicia social y económica, destacando la erradicación de la pobreza como imperativo ético, social y ambiental; y 4) la democracia, la no violencia y la paz, dándole relevancias al fortalecimiento de las instituciones democráticas y a la promoción de la educación y la cultura orientadas hacia esos valores.

Asimismo, Arias (2006) señala tres principios de sostenibilidad ambiental: 1) Principio de precaución: se fundamenta en la toma de decisiones con cautela y prudencia frente al desconocimiento que se tenga de aspectos importantes de la problemática ambiental, por ser un conjunto secuencial de decisiones a largo plazo, considerando el bienestar de las generaciones futuras. 2) Enfoque del estándar mínimo seguro: proceso de toma de decisiones sobre la explotación o conservación del recurso natural; identificando y midiendo los riesgos de extinción o agotamiento, donde se aplica la teoría de juegos. 3) Principio referente a los costos evitados: es el enfoque de la sostenibilidad débil, que valora y mide los activos ambientales que se deben conservar y los costos asociados al deterioro del capital natural; así como los costos para mantener los estándares de vida y los niveles de inversión para evitar que el ambiente se degrade más de lo que la sociedad pueda considerar aceptable.

Los objetivos del desarrollo sustentable, según Gabaldón (2006), deben: 1) ser socialmente justo; 2) ser capaz de generar prosperidad económica; 3) ser realizado en plena libertad; 4) tener una de sus palancas fundamentales en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; 5) estar orientado por principios éticos; 6) elevar la educación a todos los niveles; 7) promover la ciencia y la tecnología; 8) utilizar la ordenación del territorio como uno de sus principales instrumentos de gestión ecológica; 9) tener los ojos puestos sobre la generación presente, pero también sobre las generaciones futuras; y 10) atender los compromisos internacionales.

Siguiendo con el mencionado autor, el desarrollo sustentable, debe ser capaz de: 1) asegurar un aumento constante de la calidad de vida; 2) generar un crecimiento económico no vinculado exclusivamente al aumento del consumo material; 3) asignar la más alta prioridad a la erradicación de la pobreza y exclusión social; 4) adecuar el sistema productivo a las leyes ecológicas a través de la innovación tecnológicas; 5) ofrecer a los hombres y mujeres libertad, mediante el establecimiento de instituciones democráticas; 6) movilizar a la sociedad civil a través de la participación ciudadana, en procura de una mejor calidad de vida; 7) crear una cultura y una ética para la sustentabilidad; 8) incrementar constantemente el capital humano y social como vía para superar el atraso; 9) estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología; y 10) hacer posible una paz permanente.

Ahora bien, el desarrollo sustentable debe tener un sentido de equidad para la población presente, sin desmedro de las generaciones futuras para generar un crecimiento económico, no vinculado al aumento del daño ambiental, con trabajo arduo en la disminución de la pobreza, comenzando por los países en vías de desarrollo; asimismo, impulsar el sistema productivo ayudado con la ciencia, la tecnología y la innovación y el manejo de los recursos naturales para incrementar el capital o patrimonio natural, para brindar a la población libertad de forma integral en procura de una mejor calidad de vida por medio de la participación ciudadana; además se debe instaurar una ética y cultura del desarrollo sustentable para incrementar el capital humano como vía para superar el atraso y con ello lograr una paz permanente y un crecimiento perdurable.

La Huella Ecológica y su Contribución con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2017)

La huella ecológica contribuye de una u otra manera con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible o Sustentable (ODS), puesto que al tener la estimación de la misma, se debe y se tiene que actuar inmediatamente, siempre y cuando la huella

ecológica esté por encima de la biocapacidad, dado que con ello se puede actuar directamente con influir sobre los objetivos más inmediatamente, para posteriormente actuar sobre los demás; esta contribución puede ser respecto los 17 ODS los cuales son: 1) Fin de la pobreza, 2) Hambre cero, 3) Salud y bienestar, 4) Educación de calidad, 5) Igualdad de género, 6) Agua limpia y saneamiento, 7) Energía asequible y no contaminante, 8) Trabajo decente y crecimiento económico, 9) Industria, innovación e infraestructura, 10) Reducción de las desigualdades, 11) Ciudades y comunidades sostenibles, 12) Producción y consumo responsables, 13) Acción por el clima, 14) Vida submarina, 15) Vida de ecosistemas terrestres, 16) Paz, justicia e instituciones sólidas, 17) Alianzas para lograr los objetivos (Ver Figura 5).



Figura 5. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2017).

Por lo tanto, los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen por finalidad reducir, garantizar, terminar y lograr el cumplimiento de estos objetivos, los cuales se describen a continuación:

1. Fin de la pobreza: poner fin a la pobreza en todas sus formas en todas las regiones del mundo, ya que es un derecho a la seguridad social, la cual está plasmada en la Declaración Universal de los Derechos Humanos; asimismo, los pobres especialmente tienen los mismos derechos a los recursos productivos y a su propiedad, así como el acceso a los servicios básicos.
2. Hambre cero: poner fin al hambre, es decir, erradicarla; además de lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sustentable, con el fin de garantizar el acceso universal a una alimentación segura, nutritiva y suficiente, especialmente para los pobres, durante todo el año. También pretende duplicar los ingresos de los productores de alimentos de pequeño tamaño, especialmente las mujeres, e incluso garantizar la igualdad de acceso a los recursos productivos.
3. Salud y bienestar: garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades de la etapa de la vida, ya que cada vez se reconoce en mayor medida los beneficios que aporta a la salud el acceso con fines recreativos a los bosques nativos y plantados protegidos; además de jardines botánicos, basados en los efectos beneficiosos que la estancia en los bosques tiene en la salud física y mental. Los árboles forestales medicinales poseen efectos positivos para la salud y pueden ser especialmente importantes en las zonas rurales donde el acceso a los servicios de salud es limitado.
4. Educación de calidad: garantizar una educación libre, inclusiva y equitativa de calidad para todos, así como promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Igualdad de género: lograr la igualdad entre los géneros en todo el mundo y empoderar a todas las mujeres y las niñas, con lo que se pretende erradicar todas las

formas de discriminación por razones de sexo y aspira a tener la igualdad de oportunidades y de tratamiento para la mujer.

6. Agua limpia y saneamiento: garantizar la disponibilidad y la gestión sustentable del agua y el saneamiento para todos, con el fin de ayudar a evaluar la contribución de los bosques nativos y plantados que son protegidos, por lo que la protección y el restablecimiento de los ecosistemas relacionados con el agua, las montañas, los humedales, los ríos y lagunas y los acuíferos.

7. Energía asequible y no contaminante: tener acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, con el propósito de ayudar a evaluar la contribución de los bosques nativos y plantados protegidos, para garantiza el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

8. Trabajo decente y crecimiento económico: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, combinado con el empleo pleno y productivo con crecimiento económico y el trabajo decente para todos, con los derechos, el empleo, la protección social y el diálogo social.

9. Industria, innovación e infraestructura: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación; por lo que la madera proveniente de los bosques nativos y plantados que son aprovechados, son material de construcción, que comporta un menor consumo de energía que otros materiales como el cemento o el acero, y puede utilizarse en infraestructuras y construcciones provisionales relacionadas.

10. Reducción de las desigualdades: reducir la desigualdad en y entre los países en todas las formas basadas en los ingresos, sexo, raza, etnia, edad, discapacidad, origen social, religión, opinión política, ascendencia nacional u otra condición.

11. Ciudades y comunidades sostenibles: lograr promover que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles en todo el mundo, con la finalidad de ayudar a evaluar la contribución de los bosques nativos y plantados, para así redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el capital natural del estado Barinas.

12. Producción y consumo responsable: garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, para abordar los problemas como la gestión y el uso insostenibles de los recursos, la gestión de los productos químicos y de los residuos dañina para el ambiente, y la necesidad de reducir la generación de residuos.
13. Acción por el clima: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, para abordar uno de los desafíos contemporáneos que amenazan con socavar los esfuerzos de desarrollo y la existencia humana misma.
14. Vida submarina: conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, con acciones para reducir la contaminación marina, gestionar y proteger los ecosistemas marinos y costeros, abordar los impactos de la acidificación de los océanos, erradicar la pesca excesiva y prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca.
15. Vida y ecosistemas terrestres: proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas: promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, con el fin de facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas a todos los niveles
17. Alianzas para lograr los objetivos: fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible. Existen muchos ejemplos de colaboraciones entre entidades públicas, privadas y de la sociedad civil que se han establecido para promover la gestión de los objetivos de desarrollo sostenible.

Operacionalización de las Variables (Ver Tabla 3)

1. Cantidad de hectáreas cultivadas con rubros agrícola que proporcionan alimento vegetal para cubrir la demanda de la población del estado Barinas.

2. Cantidad de hectáreas cultivadas con pastos para la cría de ganado que proporcionan alimento animal a la población del estado.
3. Cantidad de área de zonas pesqueras ocupadas por cursos y cuerpos de agua que son aprovechados para cubrir la demanda fluvial y piscícola del estado Barinas.
4. Superficie ocupada por bosques naturales y plantados que son aprovechados, para cubrir la demanda de madera en rolas y aserrada, leña y carbón de la población del estado.
5. Superficie ocupada por tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera en el estado Barinas.
6. Área ocupada por construcciones de viviendas, vías para el transporte automotor y cuerpos de agua en el estado.
7. Valor de la biocapacidad para compararlos con el valor estimado de la huella ecológica para conocer el nivel de déficit del estado Barinas.
8. Conjunto de estrategias para disminuir la Huella Ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable.

Tabla 3.

Operacionalización de las variables de investigación.

Objetivo General: Estimar la Huella Ecológica y Biocapacidad del Estado Barinas en el Contexto del Desarrollo Sustentable, durante el año 2021.

Objetivos Específicos	Definición nominal de la variable	Definición operativa de la variable	Indicadores
1. Calcular la subhuella agrícola de las tierras de cultivos que proporcionan alimento vegetal para cubrir la demanda de la población del estado Barinas.	Tierra biológicamente productiva que requiere una persona para producir lo que consume, y para absorber los desechos que genera con un nivel de vida específico de forma indefinida.	Subhuella ecológica agrícola.	Subhuella de tierras de cultivos en ha/per.

Tabla 3. (Cont.).*Operacionalización de las variables de investigación.*

Objetivo General: Estimar la Huella Ecológica y Biocapacidad del Estado Barinas en el Contexto del Desarrollo Sustentable, durante el año 2021.

Objetivos Específicos	Definición nominal de la variable	Definición operativa de la variable	Indicadores
2. Calcular la subhuella pecuaria de las tierras pastos que proporcionan alimento animal a la población.	Tierra biológicamente productiva que requiere una persona para producir lo que consume, y para absorber los desechos que genera con un nivel de vida específico de forma indefinida.	Subhuella ecológica pecuaria.	Subhuella de tierras de pastos en ha/per.
3. Calcular la subhuella pesquera de las zonas ocupadas por cursos y cuerpos de agua que son aprovechados para cubrir la demanda fluvial y piscícola.	Agua biológicamente productiva que requiere una persona para producir lo que consume, y para absorber los desechos que genera con un nivel de vida específico de forma indefinida.	Subhuella ecológica pesquera.	Subhuella de zonas de pesca en ha/per.
4. Cuantificar la subhuella forestal de las áreas ocupadas por bosques naturales y plantados que son aprovechados en el estado Barinas.	Tierra biológicamente productiva que requiere una persona para producir lo que gasta en madera, y para absorber los desechos que genera con un nivel de vida específico de forma indefinida.	Subhuella ecológica forestal.	Subhuella de tierras de bosques naturales y plantados aprovechados en ha/per.
5. Cuantificar la subhuella de carbono ocupada por tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO ₂ en la atmósfera en el estado.	Capacidad de los ecosistemas para producir material biológico útil y absorber residuos.	Subhuella ecológica de carbono.	Subhuella de bosques naturales y plantados protegidos en ha/per.

Tabla 3. (Cont.).*Operacionalización de las variables de investigación.*

Objetivo General: Estimar la Huella Ecológica y Biocapacidad del Estado Barinas en el Contexto del Desarrollo Sustentable, durante el año 2021.

Objetivos Específicos	Definición nominal de la variable	Definición operativa de la variable	Indicadores
6. Medir la subhuella de infraestructura de las áreas ocupadas por construcciones de viviendas, y vialidad para el transporte automotor y cuerpos de agua en el estado Barinas.	Tierra y agua biológicamente productiva que requiere una persona para construir infraestructura, y para absorber los desechos que genera con un nivel de vida específico de forma indefinida.	Subhuella ecológica de infraestructura.	Subhuella de la superficie construida en ha/per.
7. Determinar la biocapacidad y compararla con el valor estimado de la huella ecológica para conocer el nivel de déficit del estado Barinas.	Capacidad de los ecosistemas para absorber tipo y cantidad de residuos.	Biocapacidad o capacidad biológica.	Superávit o Déficit o en ha/per.
8. Elaborar un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable.	Estrategias para disminuir la huella ecológica.	Conjunto de estrategias.	Aportes del conjunto de estrategias en el contexto del desarrollo sustentable.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El Enfoque de la Investigación

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, por cuanto establece la mayor imparcialidad de los datos colectados al aplicar pruebas objetivas para obtener medidas sistemáticas de las variables, ya que no se pueden controlar las variables independientes. Por lo tanto, se espera que el fenómeno haya ocurrido de forma natural, y una vez que ha ocurrido el fenómeno de forma espontánea, los métodos de análisis pueden ser similares a los métodos descriptivos o a los experimentales, según se considere más adecuado para realizar el estudio (Bisquerra, 1989).

Asimismo, la investigación es un estudio *ex post facto*, que significa después de hecho, haciendo alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis (Bernardo y Caldero, 2000; León, 2003). Los autores citados, también expresan que la investigación *ex post facto* es entendida como una búsqueda sistemática y empírica en la cual el científico no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente manipulables. Asimismo, Arias (2012) expresa que el estudio *ex post facto* o *post facto*, significa posterior al hecho, ya que busca establecer las causas que produjeron un hecho; por lo que no existe manipulación de la variable independiente.

Además, el estudio es de tipo comparativo - causal, ya que se interesan en identificar relaciones del tipo causa-efecto, pero dada la naturaleza del fenómeno resulta imposible por algún motivo manipular experimentalmente las variables. Cuando se diseña la investigación los hechos ya se han producido y por tanto no hay manipulación de la variable independiente, aunque la falta de control en la producción del fenómeno impedirá que se pueda establecer “formalmente” la relación causa-efecto, pero nadie podrá negar la capacidad de establecer indicios claros de causalidad entre las variables estudiadas. (Cancela *et al.*, 2010).

El Método

Numerosos trabajos se han realizado sobre la huella ecológica y la biocapacidad, tanto por sus creadores (Wackernagel and Rees, 1996), como por otros autores, quienes exponen en detalle la definición de la misma, los fundamentos teóricos del método de cálculo, los objetivos, utilidad y la evolución del indicador a lo largo del tiempo. Por lo tanto, han surgido diferentes alternativas metodológicas que estiman la huella ecológica desarrollando otros métodos al empleado por sus creadores, entre ellos, el uso de técnicas input-output o la denominada aproximación de los componentes. (Lenzen and Murray, 2003; Wiedmann *et al.*, 2006).

La metodología para el cálculo desarrollada por Wackernagel and Rees (1996), investigadores de la Universidad de British Columbia de Canadá, se basa fundamentalmente en el cálculo de la superficie necesaria para satisfacer consumos relacionados con la alimentación, los productos forestales, el gasto energético y la superficie de suelo ocupada e improductiva (construida), dependientes de las producciones vinculadas a las superficies de cultivos, pastos, ríos, bosques y áreas construidas; por lo que el resultado se expresará en hectáreas necesarias por habitante (ha/hab) o en hectáreas totales (ha) si se asocia al territorio multiplicando por el número de habitantes.

Además, la metodología para el cálculo de la huella ecológica está basada en una estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación del terreno; en consecuencia esta superficie se suele expresar en hectáreas por habitante por año (ha/hab/año) si se realiza el cálculo para un habitante, o bien, en hectáreas (ha) si el cálculo se refiere al conjunto de la comunidad estudiada; por lo tanto, para calcular estas superficies, la metodología se basa en dos aspectos básicos: a) contabilizar el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas, y b) transformar estos consumos en superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad.

En consecuencia, la huella ecológica se define como el área de territorio ecológicamente productiva (cultivo, pastos, zonas de pesca, bosques aprovechados y protegidos), necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos generados por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área (Wackernagel and Rees, 1996). Por lo que la huella ecológica es un indicador ambiental que trata de cuantificar en unidades físicas el impacto que ejerce el ser humano sobre su entorno, considerando para ello los recursos disponibles y los residuos producidos para mantener unos determinados hábitos de consumo y un modelo de producción ya establecido.

Por consiguiente, la unidad en que se expresa la huella ecológica es en superficie (hectáreas) necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la superficie necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas áreas. Desde su concepción este indicador ambiental se ha convertido en un índice de referencia para valorar la sustentabilidad en distintos espacios y niveles geográficos, varias culturas y en territorios con características productivas diferentes.

Así pues, hasta ahora los cálculos de la huella ecológica que han hecho, entre ellos Wackernagel and Rees (1996) es referido a país, con datos estadísticos de las Naciones Unidas. Aunque existen estimaciones de huellas de ciudades, algunas de ellas extrapoladas a partir de los cálculos nacionales, según el número de habitantes de la ciudad y su extensión; no obstante, a la hora de traducir los consumos (toneladas) a extensiones de terreno (hectáreas), utilizan datos de productividad media mundial (toneladas por hectárea), porque sólo una variación en el componente energético de importación de bienes (y no el componente de productividad del terreno) puede hacer que disminuya la huella de una región. Si no lo hicieran de esta manera, países con más recursos económicos importarían los recursos de los lugares más productivos del mundo para minimizar su huella, a la vez que los países más pobres se quedarían con las tierras menos productivas teniendo así, una huella mayor.

Asimismo, con los datos de consumo y productividad del terreno se elabora una matriz que relaciona cada consumo con las hectáreas per cápita necesarias de cada tipo de terreno utilizado (cultivos, pastos, ríos y lagunas, bosques naturales y plantados y terrenos urbanizados); por lo tanto, la huella ecológica per cápita total resulta de sumar todas las hectáreas per cápita calculadas. Paralelamente al cálculo de la huella, Wackernagel and Rees (1996) buscan datos de la superficie real de cada tipo de terreno (cultivos, pastos, ríos y lagunas, bosques aprovechados y protegidos y terrenos urbanizados) en la misma zona en que se calcula la huella ecológica; por tanto, la suma de estas superficies referidas por habitante de la población considerada es la biocapacidad o capacidad de carga local, es decir, las hectáreas disponibles para el consumo de sus habitantes.

Por lo tanto, este análisis combina el perfil de las categorías de demanda final, como son las del hogar, los gastos públicos y la formación bruta de capital fijo, y posteriormente se desglosa el total en cinco categorías principales de consumo: comida, vivienda, transporte, bienes y servicios. Por tanto, para estas categorías de consumo, se calcula la huella ecológica, dividida en seis diferentes tipos de

subhuellas por el uso de la tierra, las cuales son: tierra urbanizada, tierra forestal, caladeros, tierra de pastoreo, tierras de cultivo y carbono, como resultado de las compras finales en cada categoría de consumo (Galli *et al.*, 2017).

Procedimiento Metodológico para la Estimación de la Huella Ecológica.

Para el cálculo o estimación de la huella ecológica, se han publicado numerosos trabajos de investigación entre ellos se tienen los de Ewing *et al.* (2008); Kitzes *et al.* (2007); Monfreda *et al.* (2004); Rees and Wackernagel (1996); Wackernagel (1991; 2001); Wackernagel and Rees, 1996; Wackernagel *et al.* (1999, 2002; 2004; 2005; 2006), quienes exponen en detalle la definición de huella ecológica, los fundamentos teóricos del método de cálculo, los objetivos, utilidad y la evolución del indicador a lo largo del tiempo. También ha surgido, además diferentes alternativas metodológicas que estiman la huella ecológica desarrollando métodos diferentes al empleado por sus creadores y seguidores, entre ellos, el uso de técnicas input-output o la denominada aproximación de los componentes (Lenzen and Murray, 2003).

Con el método del acercamiento compuesto, Wackernagel *et al.* (2014), en su trabajo conocido como la huella ecológica compuesta, con sus principales tipos de tierra de espacio productivo son usados: tierra arable, pastura, forestal, espacio de agua dulce, tierra de energía fósil y tierra construable, el acercamiento compuesto considera la demanda humana sobre cada una de esos tipos de tierra, para una población dada, donde quiera que esta tierra pueda estar, en este caso por ejemplo, el estado Barinas. Debido a que no existen datos directos de consumo, estos se estiman con la base de datos de los organismos correspondientes para cada producto, aunque en el caso de la matriz del área de absorción de CO₂ se opera con consumos directamente, ya que se dispone de otra información.

Ahora bien, la metodología de cálculo para la subhuella agrícola (cultivos), pecuaria (pastos nativos e introducidos) y pesquera (ríos y lagunas) se sustenta en el consumo directo de tales productos, datos que son accesibles a través del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT) y el Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA); mientras que la metodología de cálculo para la subhuella forestal (bosques aprovechados), de carbono (bosques protegidos que absorben CO₂) y de infraestructura (terrenos construidos), se sustenta con los datos aportados por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE), el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE) y la Gobernación de Estado Barinas, a través del Sistema de Información Geográfica (SIG), con datos de cálculos para el estado Barinas por medio del programa de computación (ArcGIS, 2.0).

Los resultados de la huella ecológica (HE) generalmente no muestran qué actividades económicas se demandan, sino más bien las consecuencias de estas acciones, en términos de los usos o apropiación de la tierra y de exigir los resultados de las actividades económicas (Mancini *et al.*, 2018). Sin embargo, atribuir la demanda general de la naturaleza a las actividades humanas particulares es esencial para poder actuar ante tal situación, lo que requiere un paso analítico adicional más allá de la contabilidad básica de la HE para estudios específicos a nivel nacional (Galli *et al.*, 2014). Aunado a ello, también los estudios de la HE abarca las subhuellas de las personas y de la población, en este caso de estudio es a nivel estatal y abarca a los habitantes del estado Barinas.

A continuación se explican los pasos para la estimación de cálculo de la huella ecológica en el estado Barinas. Por lo tanto, los componentes que forman la huella ecológica son: agrícola (cultivos para el consumo), pecuaria (pastos para la cría de ganado), áreas de pesca (ríos y lagunas), bosques naturales y plantados aprovechados, bosques naturales y plantados protegidos necesarios para la absorción de dióxido de carbono (CO₂) y tierras construidas ganado), pesquera (ríos para la pesca fluvial y

lagunas para la cría piscícola), forestal (bosques naturales y plantados aprovechados), de carbono (bosques protegidos bioproductivos necesarios para la absorción de CO₂) y de infraestructura (tierras o terrenos construidos) (Ver Tabla 4).

Tabla 4.

Tipos de rubros, superficies productivas y ocupadas por construcciones para el cálculo de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura del estado Barinas, año 2018.

Tipos de Rubro	Superficies Productivas
Agrícola (Cultivos)	Superficies con actividad de rubros agrícola que constituyen los suelos más fértiles y productivos, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pecuaria (Pastos)	Superficies utilizadas para la cría de ganado considerablemente menos productiva que en la actividad agrícola, requieren de áreas de pastos naturales e introducidos.
Pesquera (Ríos y Lagunas)	Espacios acuáticos de agua dulce donde existe una producción piscícola para ser aprovechada por la población.
Forestal (Bosques aprovechados)	Superficies forestales naturales y plantados, pero siempre y cuando se encuentren en aprovechamiento.
De Carbono (Bosques bioproductivos que absorben CO ₂)	Cantidad de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO ₂ en la atmósfera.
De Infraestructura (Terrenos construidos)	Áreas ocupadas por urbanizaciones, vialidad para el transporte automotor y embalses y lagunas construidas.

Fuente: Wackernagel and Rees (1996), con modificaciones.

De igual manera, las subhuellas ecológicas de cada recurso, es decir, las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, carbono e infraestructura se calcula mediante una fórmula sencilla elaborada para calcular la huella ecológica (Rees and Wackernagel, 1996); la cual viene dada por la siguiente fórmula: $A_{ai} = C_i / p_i$; donde: A_{ai} = Área de tierra per cápita, por habitante o por persona para la producción de cada producto de consumo; C_i = Consumo medio anual de ese producto o artículo en kilogramo per cápita (kg/cap) y p_i = Su productividad media o rendimiento se expresa en kilogramo por hectárea (kg/ha).

Algunas consideraciones para el cálculo de la huella ecológica del estado Barinas: a) No se contabilizan actividades como la contaminación del suelo, del agua y la atmosférica; se contabilizan los usos de recursos naturales renovables, la extracción de recursos naturales no renovables, desechos y la ocupación directa del territorio. b) Se considera que las técnicas agrícolas, ganaderas y forestales utilizadas son sustentables, no produciendo contaminación, pérdida de suelo o disminución de la capacidad productiva. c) No se puede contabilizar dos veces un mismo territorio, ya que cada servicio prestado por el mismo debe estar asociado a una única extensión del territorio. d) Siempre que existan varias opciones a la hora de realizar los cálculos se debe seleccionar la de menor valor y de menor impacto. e) Los resultados que arrojan resultan de los cálculos que no tienen en cuenta directamente el impacto del turismo, centrándose exclusivamente en la huella de la población del área de estudio.

Para estimar la huella ecológica general se suman todas las subhuellas estimadas de cada tipología o categoría para de esta forma obtener la superficie de tierra y ríos y lagunas ecológicamente productivas ocupadas exclusivamente para producir todos los recursos consumidos y para asimilar todos los desechos generados por la población en estudio. Esto es, $Huella\ Ecológica = Subhuella\ Agrícola + Subhuella\ Pecuaria + Subhuella\ Pesquera + Subhuella\ Forestal + Subhuella\ de\ Carbono + Subhuella\ de\ Infraestructura$, lo que al sumarlos resultan en hectáreas por persona (ha/per) de área ocupada.

Método para el Cálculo de la Subhuella Agrícola.

Cálculo de la subhuella agrícola: son las superficies con cultivos agrícola vegetal que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas. Los cultivos se dividen en cereales, fabáceas, oleaginosas y textiles, musáceas, raíces y tubérculos, hortalizas, frutales y plantaciones), a su vez estos rubros se dividen en productos. La subhuella agrícola (SHAGR) se estima el número

de hectáreas necesarias para mantener a la población del estado, teniendo en cuenta sus hábitos de consumo y la demanda que mantiene sobre los productos derivados de la agricultura. Para su cálculo se trabaja con los datos aportados por el MPPAPT (2018), en consecuencia, para el cálculo concreto de esta subhuella para los habitantes del estado Barinas, hace que sea necesaria agrupaciones de datos para una aproximación más ajustada a la realidad.

Método para el Cálculo de la Subhuella Pecuaria.

Cálculo de la subhuella pecuaria: son espacios utilizados para el pastoreo de ganado, en general considerablemente menos productivos que los terrenos para cultivos. En el caso de los pastos se dividen en productos pecuarios: carnes (bovina, ovina, caprina, porcina, cunícula y avícola), huevos, leche y queso. El cálculo de la subhuella pecuaria (SHPEC) está relacionado con el consumo de productos ganaderos, la cual se ajusta a la metodología para el sector primario, por lo general coincide en las operaciones a realizar con las practicadas en la sección anterior para el cálculo de la subhuella agrícola. Las consideraciones a tener en cuenta antes de abordar las operaciones de cálculo están ligadas a la fuente consultada y por los datos aportados por el MPPAPT (2018) para obtener los rendimientos.

Método para el Cálculo de la Subhuella Pesquera.

Cálculo de la subhuella pesquera: son las superficies de agua dulce que incluye ríos y lagunas en las que existe una producción fluvial y piscícola para que pueda ser aprovechada por la población del estado Barinas. Esta subhuella relacionada con los productos provenientes de los ríos y lagunas se divide en: pescado fresco y salado. Para el cálculo de la subhuella pesquera (SHPES) se emplea la misma metodología que en las subhuellas anteriores, aunque los datos son aportados por INSOPESCA (2018). El cálculo de estas tres subhuellas, agrícola, pecuaria y

pesquera, son consideradas como el cálculo parcial de la huella ecológica de alimentos.

Método para la Cuantificación de la Subhuella Forestal.

Cálculo de la subhuella forestal: son superficies forestales de bosques naturales y plantados, pero siempre que se encuentren en aprovechamiento. Para determinar la subhuella forestal (SHFOR) se considera lo siguiente: madera en rollos y aserrada, leña y carbón. En el caso esta subhuella ocurre que no existen bases de datos con estadísticas de comercio de productos forestales, situación que no ocurre en los sectores anteriores. A esta falta de información hay que añadir que no existen datos de consumo directo de productos forestales. Para el cálculo de la subhuella bosques por habitante la metodología empleada tiene en cuenta el consumo de productos forestales obtenidos del MPPE (2018).

A pesar que las unidades que se obtienen en esta base estadística del MPPE (2018), están en unidades físicas, metros cúbicos, por lo que los valores obtenidos deben ser transformados en unidades físicas de madera bruta. De este modo, las toneladas con las que se trabaja representan la cantidad total de madera que ha debido de ser extraída del bosque para atender a la demanda de cada uno de los productos forestales contemplados. El rendimiento de cada tipo de productos forestales, es otro factor a tener en cuenta puesto que es este valor el que hace posible la conversión de toneladas (del consumo aparente) a hectáreas de superficie.

Método para la Cuantificación de la Subhuella de Carbono.

Cálculo de subhuella de carbono: Cantidad de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, a la tasa de secuestro promedio mundial, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera (CORPOELEC, 2018; MPPE, 2018). La subhuella de carbono (SHCAR) es por

excelencia el cálculo parcial de la huella ecológica que supone una mayor complicación; ya que la energía y su representación como CO₂ no son fácilmente exportables a unidades físicas de territorio, por lo que es necesario establecer alguna relación con el territorio para poder calcular esta subhuella (Mancini *et al.*, 2016). Atendiendo a esto, cuando se calcula la subhuella energía, lo que se obtiene es la extensión de bosques necesaria para almacenar el CO₂ derivado del consumo energético del estado Barinas.

Cuando se habla de consumo de carbono es preciso remarcar que este consumo tiene en cuenta tanto el consumo de energía eléctrica como el consumo de energía primaria necesario para producir esta energía, algo lógico puesto que en caso de no ser así se estaría obviando el consumo necesario para la producción de la propia energía. Además del gasto energético asociado al consumo y la producción, para el cálculo de la subhuella de carbono también necesario tener en cuenta la demanda energía del comercio de productos y servicios a nivel estatal. A continuación se describe la fuente consultada para la obtención de los datos necesarios: Consumo energético, factores de emisión, comercio exterior de productos y servicios, comercio interior de productos y servicios, factor de productividad de energía y superficies forestales y factores de intensidad energía (CORPOELEC, 2018).

Para la cuantificación del consumo directo de energía, hay que obtener en primer lugar los datos energéticos de consumo directo por fuente y uso disponibles en la empresa CORPOELEC (2018). Estos datos son del estado Barinas, por lo que son datos de consumo por habitante para poder posteriormente establecer el consumo de energía primaria en el estado Barinas. Cuando se examina estos datos de consumo primario se observa un concepto denominado “Saldo eléctrico”, que aunque en este caso se considera energía primaria es realmente energía eléctrica, por tanto energía final, por lo que es necesario la producción de energía del sistema energético, para desglosar este dato energético según tipo de fuente primaria de generación de energía.

Esto se obtiene teniendo en cuenta los porcentajes de generación de cada una de las fuentes de energía y el rendimiento de cada fuente, lo que hace posible transformar este saldo eléctrico en toneladas equivalentes de petróleo (TEP) de energía total consumida. Obtenido este balance, en toneladas, es necesario aplicar un factor de intensidad energía capaz de convertir estas unidades en energía (generalmente Gigajulios). Tras estos pasos previos, los Gigajulios o TEP son convertidos en toneladas de CO₂, para lo que se emplea los denominados factores de emisión (considerando que la fuente productora de esta energía es derivada del petróleo, combustible utilizado mayoritariamente). Con estos cálculos previos se obtienen las toneladas de CO₂ emitidas, cantidad que debe ser convertida a hectáreas necesarias de bosques para almacenar estas emisiones, lo cual se consigue aplicando un factor de productividad o rendimiento.

Posteriormente se aplica el factor de emisión para convertir las toneladas equivalentes de petróleos en toneladas de CO₂ que se liberan procedentes del consumo energético del estado Barinas. Estas toneladas de CO₂ deben ser absorbidas por la unidad física municipal, por lo que se aplica el factor de productividad (toneladas de CO₂ que se pueden absorber por hectárea) para transformar estas toneladas de CO₂ emitidas en hectáreas de territorio necesarias para su almacenamiento en superficies forestales. La energía producida por fuentes renovables no requiere de hectáreas de territorio dado que no producen CO₂; sin embargo, sí que ocupan espacio en el territorio (hectáreas) que no se contabilizan en esta huella parcial puesto que son consideradas en la huella parcial por ocupación de territorio.

Método para la Medición de la Subhuella de Infraestructura.

Cálculo de la subhuella infraestructura: considera las áreas urbanizadas tanto en la parte urbana como en la rural, además de las zonas ocupadas por infraestructuras como son: ciudades y centros poblados; vías para el transporte como

autopistas, toncales, vías asfaltadas, vías engrazonadas y de tierra; así como embalses y lagunas construidas.

Procedimiento Metodológico para la Determinación de la Biocapacidad.

Método para la Determinación de la Biocapacidad.

La biocapacidad se define como “la máxima población (o el máximo consumo per cápita en el caso de las personas) que puede soportar un hábitat determinado sin que se altere de manera permanente su productividad” (Catton, 1986, citado por Wackernagel and Rees, 1996, p. 224). Así, en el caso de la especie humana, la biocapacidad es expresada en términos de consumo per cápita, que puede traducirse a unidades de superficie y compararse con la huella ecológica. En los cálculos de biocapacidad, los citados autores, incluyen también el espacio necesario para proteger la biodiversidad. En este sentido, se resta un 12 % a la biocapacidad calculada, que es el porcentaje de los ecosistemas mundiales que hay que preservar sin aprovechar para conservar el resto de las especies, según la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas. (Brundtland, 1987).

Luego del cálculo de las seis subhuellas ecológicas, las cuales se suman y dan como resultado la huella ecológica (HE) es preciso calcular la biocapacidad (BC) o capacidad biológica o ecológica con la que cuenta el territorio del estado Barinas, un concepto que se define como la capacidad de un área específica biológicamente productiva de generar un abastecimiento regular de recursos y de absorber los desechos resultantes de su consumo, es decir, la biocapacidad a la cual se le resta (-) el 12 % de la biodiversidad (Rees and Wackernagel, 1996).

Por lo general las unidades con las que se trabaja ya están en superficie puesto que estos datos se obtienen a través del manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG); sin embargo, antes de comparar estos datos con la huella ecológica

es necesario efectuar algunas correcciones, como son: a) Ponderar por los factores de productividad, lo que permite valorar la biocapacidad teniendo en cuenta la relación existente entre la productividad local y la productividad mundial, lo que permite hacer comparable todo estos valores con los obtenidos en otros municipios, estados, regiones o países. b) Aplicar los factores de equivalencia incluidos en la Tabla 4. c) Preservar una superficie necesaria para la conservación de la diversidad biológica o biodiversidad de un 12% según la metodología de los autores mencionados en el párrafo anterior.

Una vez calculada la huella ecológica y la biocapacidad, se hace una comparación entre la HE y la BC para determinar si existe superávit o déficit ecológico; por ejemplo, las hectáreas que utiliza un habitante para su consumo anual de alimentos (huella ecológica de los alimentos) y las hectáreas de que dispone en su región (biocapacidad de los alimentos expresada en unidades de superficie), y ver si existe un déficit o superávit de superficie para la producción de alimentos de la región.

Balance Ecológico.

Este balance ecológico (BE) se da al comparar los resultados de la huella ecológica y la biocapacidad del estado Barinas, una vez que se ha descontado el territorio necesario para preservar y conservar la diversidad biológica, es decir, el equivalente al 12 % del territorio. Con esta operación es posible evaluar el nivel de reserva del capital natural o patrimonio natural (superávit) o deuda (déficit) ecológica existente en el estado, y con ello formular un conjunto de estrategias que puedan aplicarse y ejecutarse y que aseguren el desarrollo sustentable del estado Barinas.

Fórmulas Estadísticas para el Cálculo de las Subhuellas Agrícola, Pecuaria, Pesquera, Forestal, de Carbono y de Infraestructura.

Subhuella Agrícola: Son las superficies para el cultivo de rubros agrícolas y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas. Los cultivos se dividen en rubros de cereales, fabáceas, oleaginosas y textiles, musáceas, raíces y tubérculos, hortalizas, frutales y plantaciones (MPPAPT, UTA-Barinas, 2018). Con estos datos, se determina, primero la subhuella parcial de los rubros agrícolas que incluyen a todos los cultivos, y segundo se determina la subhuella agrícola (Wackernagel and Rees, 1996, con modificaciones), dada por las siguientes fórmulas:

Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Agrícola.

$$\text{Subhuella Parcial Cereales} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{maíz } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \frac{\text{sorgo } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right.$$

$$\left. \frac{\text{arroz } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i \right) + \text{Subhuella Parcial Fabáceas} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{caraota } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right.$$

$$\left. \frac{\text{frijol } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i \right) + \text{Subhuella Parcial Oleaginosas y Textiles} = \sum_{i=1}^n (\dots) \dots$$

$$\text{Subhuella Agrícola} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Cereales } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Fabáceas } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right. \right.$$

$$\left. \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Oleaginosas y Textiles } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Musáceas } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right. \right.$$

$$\left. \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Raíces y Tubérculos } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Hortalizas } \text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right. \right.$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Frutales} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \text{Plantaciones} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i$$

Subhuella Pecuaria: Son espacios utilizados para el pastoreo de ganado, en general considerablemente menos productivos que las tierras agrícolas (MPPAPT, UTA-Barinas, 2018). En el caso de los pastos se subdividen en los siguientes rubros: Carne bovina, porcina, ovina, caprina, cunícula y avícola (pollo, gallina y codorniz); así como miel de abeja, cera y polen; además de huevo, leche y queso, para el cálculo de la subhuella pecuaria (Wackernagel and Rees, 1996, con modificaciones), dada por la siguiente fórmula:.

Fórmula Estadística para Calcular la Subhuella Pecuaria.

$$\text{Subhuella Pecuaria} = \sum_{i=1}^n \text{Carne bovina} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \text{Carne ovina} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i +$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Carne caprina} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \text{Carne cunícula} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i +$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Carne porcina} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i +$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Carne avícola} = \left[\left(\sum_{i=1}^n \text{pollo} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \text{gallina} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \right. \right.$$

$$\left. \sum_{i=1}^n \text{codorniz} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i \right] +$$

$$\sum_{i=1}^n \text{Miel de abeja} = \left[\left(\sum_{i=1}^n \text{miel} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i + \sum_{i=1}^n \text{cera y polen} \frac{\text{Cons. } i}{\text{per}} / \text{Rend. } i \right) \right] +$$

$$\frac{\text{Cons. leche}}{\text{per}} / \text{Rend. leche} + \frac{\text{Cons. queso}}{\text{per}} / \text{Rend. queso} + \frac{\text{Cons. huevos}}{\text{per}} / \text{Rend. huevos}$$

Subhuella Pesquera: Son los cursos de agua, es decir, los ríos en los que existe una producción biológica mínima de peces; así como los cuerpos de agua no naturales, es decir, lagunas construidas donde se crían peces, para que pueda ser aprovechada por la población del estado Barinas (MPPAPT, INSOPESCA, 2018). Para calcular la subhuella pesquera (Wackernagel and Rees, 1996, con modificaciones), se toman los datos relacionado con los productos de río como el pescado fresco, además del pescado fresco proveniente de las lagunas cosntruidas.

La subhuella pesquera (SHPES) está representada por los cursos de agua, es decir, los ríos donde existe una captura de peces de agua dulce; así como los cuerpos de aguas, es decir, lagunas construidas donde existe una producción piscícola, para que pueda ser aprovechada por la población del estado Barinas (INSOPESCA, 2018). Esta producción de pescado de río o fluvial y pescado de laguna o piscícola, son con los datos necesarios para determinar la subhuella pesquera dada por la siguiente fórmula:

Fórmulas Estadística para Calcular la Subhuella Pesquera.

$$\text{Subhuella Pesquera} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Pescado de río}}{\text{per}} \frac{\text{Cons. } i}{\text{Rend. } i} +$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{Pescado de laguna}}{\text{per}} \frac{\text{Cons. } i}{\text{Rend. } i}$$

Subhuella Forestal: Son superficies de bosques naturales o plantadas pero siempre y cuando se encuentren en aprovechamiento (MPPE, 2018). Para determinar la subhuella forestal (Wackernagel and Rees, 1996, con modificaciones), consideran lo siguiente: madera en rolas, madera aserrada, leña y carbón, dada por la siguiente fórmula:

Fórmulas Estadística para Calcular la Subhuella Forestal.

$$\text{Subhuella Forestal} = \frac{\text{Cons. mad. rolas}}{\text{per}} / \text{Rend. mad. rola} +$$

$$\frac{\text{Cons. mad. aserrada}}{\text{per}} / \text{Rend. mad. aserrada} + \frac{\text{Cons. leña}}{\text{per}} / \text{Rend. leña} +$$

$$\frac{\text{Cons. carbón}}{\text{per}} / \text{Rend. carbón}$$

Subhuella de Carbono: Son superficies de bosques protegidos necesarios para la absorción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía y a los incendios de vegetación (Mancini et al. 2016, con modificaciones) (MPPEE, CORPOELEC, 2018; MPPP, 2018; Gobernación del Estado Barinas, 2018), dada por la siguiente fórmula:

Fórmulas Estadística para Calcular la Subhuella de Carbono.

$$\text{Subhuella de Carbono} = \frac{\text{Cons. gasolina}}{\text{per}} / \text{Factor conv.} + \frac{\text{Cons. gasoil}}{\text{per}} / \text{Factor conv.} +$$

$$\frac{\text{Con. gas lic. petr.}}{\text{per}} / \text{Factor conv.} + \frac{\text{Cons. eléctrico}}{\text{per}} / \text{Factor conv.} +$$

$$\frac{\text{Cons. inc. veget.}}{\text{per}} / \text{Factor conv.}$$

Subhuella de Infraestructura: Considera las áreas urbanizadas y las ocupadas por infraestructuras como son: las ciudades y centros poblados; las vías para el transporte automotor como autopistas, troncales, vías asfaltadas y vías engranzonadas y de tierra; además de los cuerpos de agua construidos como embalses y lagunas

(Wackernagel and Rees, 1996, con modificaciones) (ArcGIS, 2018), dada por la siguiente fórmula:

Fórmulas Estadística para Calcular la Subhuella de Infraestructura.

$$\begin{aligned}
 \text{Subhuella de Infraestructura} = \text{Municipio Barinas} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{\text{Parroquias urbanas Sup. const. } i}{\text{per}} + \right. \\
 &\left. \sum_{i=1}^n \frac{\text{Parroquias periurbanas Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{Parroquias rurales Sup. const. } i}{\text{per}} \right] + \\
 \text{Municipios Foráneos} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{\text{AJS Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{Pedraza Sup. const. } i}{\text{per}} + \right. \\
 \sum_{i=1}^n \frac{\text{EZ Sup. const. } i}{\text{per}} &+ \sum_{i=1}^n \frac{\text{Bolívar Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{AAT Sup. const. } i}{\text{per}} + \\
 \sum_{i=1}^n \frac{\text{Rojas Sup. const. } i}{\text{per}} &+ \sum_{i=1}^n \frac{\text{Obispos Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{CP Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{Sosa Sup. const. } i}{\text{per}} \\
 &+ \sum_{i=1}^n \frac{\text{Arismendi Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{AEB Sup. const. } i}{\text{per}} \left. \right] + \\
 \text{Vialidad transporte} &= \left[\sum_{i=1}^n \frac{\text{Autopistas Sup. const. } i}{\text{per}} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{Troncales Sup. const. } i}{\text{per}} + \right. \\
 \sum_{i=1}^n \frac{\text{Vías asfaltadas Sup. const. } i}{\text{per}} &+ \sum_{i=1}^n \frac{\text{Vías engrazonadas Sup. const. } i}{\text{per}} + \\
 \sum_{i=1}^n \frac{\text{Vías de tierra Sup. const. } i}{\text{per}} &+ \sum_{i=1}^n \frac{\text{Embalse masparro Sup. const. } i}{\text{per}} + \\
 \sum_{i=1}^n \frac{\text{Lagunas construidas Sup. const. } i}{\text{per}} &
 \end{aligned}$$

Fórmula Estadística para Determinación de la Biocapacidad.

Luego del cálculo de la huella ecológica (HE) es preciso calcular la biocapacidad (BC) con la que cuenta el territorio del estado Barinas, siendo la capacidad de un área específica biológicamente productiva de generar un abastecimiento regular de recursos y de absorberlos desechos resultantes de su consumo, a la cual hay que restarle el 12 % de la biodiversidad (Rees and Wackernagel, 1996), dada por la siguiente fórmula:

Fórmula Estadística para Determinar la Biocapacidad.

$$\text{Biocapacidad} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\text{Sup. cultivada} + \text{Sup. ganadería} + \text{Sup. forestal aprov.} + \text{Sup. infraestructura const.} - \text{Sup. disponible}}{\text{personas}} \right) - 12\% \text{ Biodiversidad}$$

Luego se realiza una comparación entre la huella ecológica y la biocapacidad para determinar si existe superávit o déficit ecológico. Posteriormente, a la obtención de los valores de la HE y la BC, se elaboraron un conjunto de normas en el contexto del desarrollo sustentable para disminuir la huella ecológica del estado Barinas.

El Tipo de Investigación.

La investigación es de tipo *ex post facto*, según Kelinger (1986), citado por Bisquerra (1989, p. 218), quien la define como “una búsqueda sistemática empírica, en la cual el científico no tiene control directo sobre las variables independientes, porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente no manipulables...”; además, se analiza una situación que ya sucedió, puesto que se inicia con una descripción de una situación presente, que es efecto de factores que actuaron con anterioridad, y se emprende una búsqueda retrospectiva para describirlo,

dado que el investigador no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones. Asimismo, el mencionado autor, expone que son propios del desarrollo de la investigación educativa, que proporcionan hechos y datos y preparan el camino para la configuración de nuevas teorías o investigaciones, y centran su atención en determinar el “¿qué es?” de un fenómeno e intentan responder a cuestiones sobre el estado presente de cualquier situación.

La expresión “*ex post facto*” significa “después de hecho”, haciendo alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis (Bernardo y Caldero, 2000; Cohen, 2002; León, 2003; Cancela *et al.*, 2010). La investigación *ex post facto* corresponde a trabajos de investigación donde se busca analizar una situación que ya aconteció, puesto que se inicia con la descripción de una situación presente, que se supone es efecto de factores que actuaron con anterioridad, y emprenden una búsqueda retrospectiva para descubrirlos, ya que el científico no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones.

Los mencionados autores también refieren, citando a Kelinger (1986), que la investigación *ex post facto* es entendida como una búsqueda sistemática y empírica, en la cual el científico no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente manipulables. Al contrario que en la investigación experimental la clasifican como un estudio descriptivo, que define la investigación como la descripción de fenómenos naturales o debidos a la acción del hombre para conocer de forma sistemática la realidad, ya que es de vital importancia en los procesos de construcción del conocimiento, ya que los estudios descriptivos forman una opción de investigación cuantitativa con descripciones muy precisas y cuidadosas respecto de fenómenos educativos. En consecuencia, la presente tesis doctoral estima la huella ecológica y biocapacidad del

estado Barinas, con el propósito de elaborar normas para disminuir la referida huella ecológica.

El Diseño de la Investigación.

Este trabajo es una investigación no experimental cuantitativa que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es decir, se trata de estudios en los que no se hacen variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables; ya que se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural para analizarlos (Hernández *et al.*, 2006). Esta investigación es un parteaguas de varios estudios cuantitativos, puesto que son estudios *ex post facto* retrospectivos y prospectivos. Mertens (2010) señala que, la investigación no experimental es apropiada para variables que no pueden o deben ser manipuladas o resulta complicado hacerlo.

Por lo tanto, es un diseño transversal o transeccional, con un alcance inicial o final correlacional, dado que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, ya que su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Asimismo, es transeccional correlacional-causal, ya que describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa-efecto (causales). Por tanto, los diseños correlacionales-causales pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pretender analizar relaciones causales. Cuando se limitan a relaciones no causales, se fundamentan en planteamientos e hipótesis correlacionales; del mismo modo, cuando buscan evaluar vinculaciones causales, se basan en planteamientos e hipótesis causales.

La Recolección de la Información.

Características de la Población y de la Muestra.

Según Hernández *et al.* (2006), la población representa el conjunto grande de individuos que se desea estudiar y generalmente suele ser inaccesible; es en definitiva, un colectivo homogéneo que reúne unas características determinadas. Por su parte la muestra es el conjunto menor de individuos, subconjunto de la población, accesible y limitado sobre el que se realizan las mediciones con el fin de obtener conclusiones generalizadas de la población. La muestra al ser porcentaje de la población es representativa de la misma, pues en la mayoría de las situaciones se realiza el estudio en una muestra, por lo que se utilizan por economía de tiempo y recursos.

Población y Muestra.

La población y la muestra es la misma en la presente tesis doctoral, ya que no siempre se necesita solo la muestra, la cual en este estudio está representada por la población del estado Barinas, que lo conforman los habitantes de los 12 municipios y las 54 parroquias, integrado por los municipios Barinas, Antonio José de Sucre, Pedraza, Ezequiel Zamora, Bolívar, Alberto Arvelo Torrealba, Rojas, Obispos, Cruz Paredes, Sosa, Arismendi y Andrés Eloy Blanco, con una población para el estado Barinas de 816.263 habitantes para el año 2011, con una proyección para el 2018 de aproximadamente 943.600 hab, con una densidad poblacional de 107,10 hab/km², la cual es superior a la media estatal que es de 23,19 hab/km², y muy superior a la nacional que es de 29,71 hab/km² (INE, 2014).

Es necesario acotar que el municipio Barinas, contaba para el año 2011 con una población de 353.851 hab, que para el 2018 sería una población estimada de 461.227 hab, que representa el 85,60 % del estado Barinas, está integrada por un total

de 14 parroquias, siendo seis de ellas urbanas: Ramón Ignacio Méndez, Alto Barinas, Corazón de Jesús, El Carmen, Rómulo Betancourt y Barinas, con 302.896 habitantes, es decir, el 85,60 %, donde resalta que en la parroquia Ramón Ignacio Méndez residen 90.464 habitantes, lo que representa el 30 % de la población de dichas parroquias urbanas, con una proyección para el año 2018 de 117.915 hab; cuatro parroquias periurbanas: Manuel Palacios Fajardo, Alfredo Arvelo Larriva, Dominga Ortiz de Páez y Juan Antonio Rodríguez Domínguez, con 29.880 habitantes, es decir, el 8,44 %; y cuatro parroquias rurales: San Silvestre, Santa Lucía, Torunos y Santa Inés, con 21.075 habitantes, es decir, el 5,96 % (LDPTEB, 1999; INE, 2011 y 2014)

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Para estimar la huella ecológica se debe tener en cuenta las siguientes premisas: 1) Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, se necesita un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos. 2) Se necesitan sistemas ecológicos para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales. 3) Se ocupan espacio con viviendas, centros comerciales e infraestructuras para la industria, reduciendo así las superficies de ecosistemas productivos (Wackernagel and Rees, 1996).

Aunque este indicador integra múltiples impactos, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos que subestiman el impacto ambiental real: a) No quedan contabilizados algunos impactos como la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la erosión, la contaminación atmosférica (con excepción del CO₂), entre otros. b) Se asume que la práctica en los sectores agrícola, ganadera y forestal es sostenible, puesto que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo; no obstante, con el tiempo la productividad disminuye, entre otras causas, debido a la erosión del suelo y la contaminación ambiental. Las fuentes de datos con las que se realizará el cálculo de la huella ecológica del año 2018 proceden del MPPAPT,

INSOPESCA y MPPE. Las cifras correspondientes a rendimientos de los productos agrícolas y ganaderos han sido extraídas de la base de datos de las mencionadas instituciones.

Los cálculos de la huella ecológica están basados en dos hechos: a) En contabilizar físicamente los recursos consumidos, en toneladas; b) Estos valores pueden traducirse en superficie biológicamente productiva, en hectáreas. Los cálculos se realizan a partir de datos de consumos anuales y de datos de productividad del terreno, expresados en las hectáreas necesarias por cada tonelada consumida. Con los datos de consumo y productividad del terreno, se elabora una fórmula que relaciona cada consumo con las hectáreas per cápita necesarias de cada tipo de terreno utilizado (cultivos, pastos, ríos y lagunas, bosques y terrenos urbanizados); por lo tanto, la huella ecológica per cápita total, resulta de sumar todas las hectáreas calculadas per cápita.

Se han utilizado los rendimientos del año 2018 para determinar la huella ecológica. Por ejemplo, para calcular el área por persona para hacer crecer el consumo de cereales consumidos por los habitantes del estado Barinas en 2018, se ha utilizado el rendimiento promedio de cereales en ese año y, para determinar esta misma área en 2018, se ha utilizado el rendimiento promedio de este año. La razón de utilizar rendimientos globales para el cálculo de la huella ecológica es para fines comparativos entre la huella ecológica de diferentes países, ya que en cada región, dependiendo del clima y la fertilidad de la tierra, un mismo cultivo tendrá un rendimiento diferente. Para reducir la huella ecológica a una base común se utilizan los rendimientos promedios (Hernández, 2001).

Los datos se disponen según grupos de productos que son clasificados según la subhuella que se vaya a calcular. En cada uno de los cuadros correspondientes se explican con más detalle el cálculo y los factores aplicados para la estimación de la huella ecológica. Dado que la metodología empleada difiere de la planteada como

estándar en esta investigación, al valor final obtenido se le debe aplicar un factor de corrección que tenga en cuenta los productos, que a pesar de no ser demandados directamente por la población son utilizados y consumidos en procesos intermedios. Todos los datos obtenidos para los cálculos de la huella ecológica hacen referencia al año 2018, período en el que ha sido posible encontrar un mayor número de datos disponibles, confiables y válidos.

Técnicas de Análisis de los Datos.

Técnicas para la Estimación de la Huella Ecológica.

La metodología de cálculo de la huella ecológica 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 (Wackernagel y Rees, 2001). Esta superficie se suele expresar en hectáreas por habitante por año (ha/hab/año) si se realiza el cálculo para un habitante, o bien, en hectáreas (ha) si el cálculo se refiere al conjunto de la comunidad estudiada. Así, los terrenos productivos que se consideran para el cálculo son las que aparecen en la Tabla 2. Para calcular estas superficies, la metodología se basa en dos aspectos básicos: a) Contabilizar el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas, y b) Transformar estos consumos en superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad.

Por otra parte, Wackernagel (2014) con el acercamiento compuesto conocido también como la huella ecológica compuesta, en las cuales sus principales tipos de tierra de espacio productivo son usados como: tierra arable, pastura, forestal, espacio de agua dulce, tierra construible y tierra de energía fósil. El acercamiento compuesto considera la demanda humana sobre cada una de esos tipos de tierra, para una población dada, donde quiera que esta tierra pueda estar. Debido a que no existen

datos directos de consumo, se estiman los consumos para cada producto de la siguiente manera:

1. Subhuella Agrícola (tierras de cultivos): calculada a partir del área utilizada para producir alimentos y fibras para consumo humano, entre ellos, cultivos de cereales, fabáceas, oleaginosas y textiles, musáceas, raíces y tubérculos, hortalizas, frutales, entre otros, además de alimento para el ganado.
2. Subhuella Pecuaria (tierras de pastos): calculada a partir del área que utiliza el ganado para la producción de carne bovina, porcina y avícola, además de leche, queso y huevos.
3. Subhuella Pesquera (zonas de pesca): calculada a partir de la producción estimada requerida para sostener las capturas de pescados, basada en los datos de captura de las diferentes especies de agua dulce fluvial y acuícola
4. Subhuella Forestal (bosques naturales y plantados aprovechados): calculada a partir de la cantidad de madera, papel, leña y carbón consumida por la población.
5. Subhuella de Carbono (bosques bioproductivos para la absorción de CO₂): calculada a partir de la cantidad de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de CO₂ antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera.
6. Subhuella de Infraestructura (terrenos construidos): calculada a partir del área de tierra ocupada por la infraestructura humana, que incluye ciudades y centros poblados, vialidad para el transporte automotor y embalses y lagunas construidas.

La metodología de cálculo de la huella ecológica está basada en una estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación del terreno; por lo tanto, el cálculo se refiere al conjunto de los habitantes del estado Barinas, por lo que la superficie se expresa en ha/hab/año. El Atlas de la Huella Ecológica 2010 (Ewing *et al.*, 2010), publicó el denominado factor de equivalencia (EQF), con el objeto de hacer equiparable los resultados entre las distintas categorías

productivas, las hectáreas obtenidas se transforman en hectáreas de territorio productivo global (hag) aplicando los factores de equivalencia: $HE = Huella Ecológica \times EQF$, donde: $HE = Huella Ecológica$ (hag) y $EQF = Factor de equivalencia$ (Ver Tabla 5).

Tabla 5.

Factores de equivalencia según categorías de superficie productiva.

Tipo de Terreno	Factor de Equivalencia
Agrícola (Tierras de cultivo)	2,51
Pecuaria (Tierras de pastoreo)	0,46
Pesquera (Agua continental)	0,37
Forestal (Bosques aprovechados)	1,26
Carbono (Bosques protegidos que absorben CO ₂)	1,26
Infraestructura (Tierra construida)	2,51

Fuente: Global Footprint Network (2010), con modificaciones.

Para convertir las cifras de consumo en superficie, las mismas son divididas por los correspondientes índices de productividad; ahora bien, los utilizados a los efectos de esta tesis son los índices de productividad del estado Barinas, por lo que al sumar cada uno de los resultados de superficie ocupada por habitante se obtiene un valor final de huella ecológica. Los datos que se obtuvieron fueron los de toda la producción para el consumo, ya que no fue posible conseguir datos no se diga de importación y exportación, sino de adquisición y venta puesto que los organismos encargados de llevar las estadísticas y hasta de publicarlos no lo ha hecho, ni tampoco los facilitaron de manera personal; aunado también, a la pandemia del coronavirus (COVID-19), ya que se laboraba con personal de manera restringido semana por medio.

El cálculo de la huella ecológica consiste en complementar una matriz donde se representa el territorio necesario (por habitante) para satisfacer sus consumos agrupados en lo referente a la alimentación (agricultura, ganadería y pesca), el sector forestal, el gasto o consumo de carbono (la energía que se gasta en la producción de

los bienes de consumo y el resto) y el territorio ocupado directamente. Para internalizar los flujos comerciales en su cálculo se ha adoptado la fórmula: Consumo = Producción – Exportación + Importación; sin embargo, para el estado Barinas, aunque no fue necesario, se utilizaría la fórmula modificada en los literales con la fórmula: Consumo = Producción – Adquisición + Ventas.

1. Consumo: primero se contabiliza el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas. En este sentido la metodología se basa en la estimación de los datos de consumo de cada producto atendiendo a la siguiente fórmula: $C = P - E + I$, donde: C = Consumo, P = Producción, E = Exportaciones e I = Importaciones. Los literales E (Exportaciones) e I (Importaciones) fueron cambiados por los literales V (Ventas) y A (Adquisición), por conveniencia para este trabajo, para aplicarla en el estado Barinas, quedando la fórmula de la siguiente manera: $C = P - V + A$, donde: C = Consumo, P = Producción, V = Ventas y A = Adquisición.

2. Productividad: una vez que se cuenta con el consumo es necesario transformar estas unidades físicas de consumos en superficie biológicamente productiva mediante factores o índices de productividad (convertir consumos en hectáreas): $HE = C / P$, donde: HE = Huella Ecológica (ha) y C = Consumo, P = Productividad.

Para que la huella ecológica sea un indicador de desarrollo sustentable (DS) se ha de comparar con la capacidad productiva del territorio o biocapacidad (BC), expresada también en hectáreas globales per cápita, para saber si se está agotando ésta o por el contrario se está respetando los límites impuestos por la naturaleza. La diferencia entre la huella ecológica y la biocapacidad será el verdadero indicador de sustentabilidad del estilo de vida o modelo económico de los habitantes del estado Barinas. Esta diferencia es denominada déficit ecológico, si es positivo indica que el consumo per cápita de recursos naturales del estado es mayor que su capacidad productiva, también en términos per cápita, y en ese caso se está agotando el capital natural o patrimonio natural, como en economía ecológica se denomina a la dotación

de recursos naturales de un territorio. En caso de ser negativo, el modo de vida de los habitantes de esa región viven sustentablemente y ahorran capital natural (Ekins, 2003).

Técnicas para la Determinación de la Biocapacidad.

Una vez estimado el valor de la huella ecológica, los autores de la metodología calculan las superficies reales de cada tipología de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, ríos y lagunas y terrenos urbanizados) disponible en el ámbito de estudio. La suma de todos ellos es la biocapacidad o capacidad biológica o ecológica de carga del estado y se expresa en hectáreas por habitante. La comparación entre los valores de la huella ecológica y la biocapacidad municipal permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio (Wackernagel y Rees, 2001).

Tal y como se indica, si el valor de la huella ecológica es menor o igual a la biocapacidad el estado presenta un superávit, es decir, es autosuficiente, aunque siempre teniendo en consideración las limitaciones del indicador; pero si por el contrario la huella ecológica del estado Barinas está por encima de la biocapacidad, es decir, es mayor, presenta un déficit ecológico e indica que el estado no es autosuficiente; por lo tanto, el déficit ecológico consume más recursos de los que dispone. Este hecho indica que la comunidad se está apropiando de superficies fuera de su territorio, o bien, que está hipotecando y haciendo uso de superficies de las futuras generaciones. En el marco de la sustentabilidad, el objetivo final de una sociedad tendría que ser el de disponer de una huella ecológica que no sobrepasara su biocapacidad, y por tanto, que el déficit ecológico fuera cero (Ver Tabla 6).

Tabla 6.

Comparación entre la Huella Ecológica y la Biocapacidad.

Huella Ecológica del estado Barinas	>	Biocapacidad	El estado Barinas presenta un déficit ecológico
Huella Ecológica del estado Barinas	<	Biocapacidad	El estado Barinas presenta un superávit ecológico

Fuente: Wackernagel and Rees (1996), con modificaciones.

Para calcular la biocapacidad de un territorio en unidades globales se multiplicarán los factores de productividad local por los factores de equivalencia globales para expresar aquellos en términos de productividad global. Los factores de productividad local se calculan para los usos agrícola, pecuario, pesquero y forestal. La biocapacidad para la tierra construida es la misma superficie que la tierra agrícola, debido a que la mayoría de las ciudades y las infraestructuras suelen estar construidas sobre tierras productivas.

Confiabilidad de los Datos.

Dichos resultados se representarán con análisis detallado para cada uno de los objetivos planteados que integran esta tesis, aplicado con la finalidad de visualizar de manera clara y precisa los resultados para su mejor comprensión e interpretación, para así obtener conclusiones y recomendaciones acerca del estudio realizado, con la finalidad de proponer un conjunto de normas que ayuden a mantener o disminuir la huella ecológica. El método propuesto por Wackernagel and Rees (1996) con las modificaciones correspondientes, se usará como soporte para estimar el déficit o superávit ecológico causado por los habitantes del estado Barinas; tales criterios de referencia que la investigación asume se encuentran señalados en los datos aportados por los diferentes organismos, lo que provee mayor nivel de confiabilidad de los datos obtenidos. Las subhuellas ecológicas se estiman para cada uno de los ítems, y la suma total arroja la huella ecológica del estado Barinas.

Filosofía para la Estimación de la Huella Ecológica.

La filosofía para la estimación de la huella ecológica tiene en cuenta los siguientes aspectos: 1) Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, se necesita un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos. 2) También se necesitan sistemas ecológicos para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales. 3) Por tanto se ocupan espacios con infraestructuras como viviendas, zona industrial, centros comerciales, educativos y hospitalarios, vertederos, vialidad, equipamientos, entre otros, reduciendo así las superficies de ecosistemas productivos; por lo que se debe tener en cuenta lo siguiente: a) no quedan contabilizados algunos impactos como la contaminación del suelo, la erosión y degradación; la contaminación del agua y de la atmosférica (excepto el CO₂), entre otros. b) se asume que las prácticas en los sectores agrícola y forestal son sustentables, esto es, que la productividad del suelo no disminuye con el tiempo.

Dificultades Causadas por la Pandemia del Coronavirus (COVID-19) para Conseguir los Datos Estadísticos

El coronavirus (COVID-19) es un virus que se transmite típicamente de una persona a otra por vía de gotas respiratorias producidas durante la tos, puesto que se difunde principalmente cuando las personas están en contacto cercano, pero también se puede transmitir al tocar una superficie contaminada y luego las mucosas de la cara. Por lo tanto, se debe evitar el contacto hasta donde sea posible con personas de lugares foráneos, sin la debida seguridad de guardar la distancia, el tapabocas y el antiviral en las manos, especialmente si vienen de otros países, ya que podría tener incubado el virus, y esto sería muy perjudicial para los trabajadores y usuarios de los organismos donde se necesita solicitar información.

Así pues, los datos estadísticos obtenidos para cumplir con los primeros tres objetivos, como son las subhuellas agrícola, pecuaria y pesquera, fueron más accesibles de conseguir, debido a que la pasantía se realizó en la Unidad Territorial Agrícola (UTA) Barinas y al Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA); mientras que los datos otros tres objetivos para estimar la huella ecológica, como son las subhuellas forestal, de carbono y de infraestructura, se hizo más dificultoso, ya que no se facilitó una data estadística; por lo tanto, se tuvo que conversar con los Directores, Gerentes o Presidentes de las instituciones como la Corporación Eléctrica (CORPOELEC), la Dirección Regional Barinas de Petróleo, la Gobernación del Estado Barinas de Gas Licuado de Petróleo (Cadigás, S.A.), la Unidad Territorial Ecosocialista (UTE) Barinas, así como también con el Colegio de Ingenieros del Estado Barinas (CIEBA), para que en esas instituciones, de manera personal los asignados o responsables de facilitar al autor, la información o los datos estadísticos necesarios para cumplir con los seis objetivos específicos para estimar la huella ecológica y la biocapacidad del estado Barinas.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Análisis de la Información

Los resultados de la huella ecológica generalmente no muestran qué actividades económicas se demandan, sino más bien las consecuencias de las estas demandas, en términos de los usos o apropiación de la tierra y de exigir los resultados de las actividades económicas (Mancini *et al.*, 2018). Sin embargo, atribuir la demanda general de la naturaleza por las actividades humanas particulares es esencial para poder actuar ante tal demanda, lo que requiere un paso analítico adicional más allá de la contabilidad básica de la huella ecológica para estudios específicos a nivel nacional (Galli *et al.*, 2015). Aunado a ello, también estos estudios de la huella ecológica abarcan la huella de una persona, empresa, organismo, parroquia, municipio, estado, región y país, ya bien sea en este antepenúltimo caso, puesto que en Venezuela existen estados pequeños y grandes, con muchos y pocos recursos, con el fin de comparar los resultados de la huella ecológica con la biocapacidad, con el fin de tomar la decisión de disminuirla o mantenerla, dependiendo del déficit o superávit que presente.

Los resultados se obtuvieron por medio de los cálculos de las seis categorías preestablecidas denominadas subhuellas ecológicas (SHE), para la estimación de la huella ecológica (HE), las cuales fueron las siguientes subhuellas: agrícola (cultivos agrícolas para la alimentación), pecuaria (pastos para la cría de ganado), pesquera (ríos para la captura de peces y lagunas para la cría de peces), forestal (bosques naturales y plantados aprovechados), de carbono (cantidad de tierra forestal

bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera) y de infraestructura (superficie construida); por lo tanto, con base en los resultados se alcanzaron los objetivos específicos para la estimación de la huella ecológica. Asimismo, se estimó la biocapacidad del estado Barinas con el fin de conocer el déficit que presenta; así como también se elaboraron un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica en el contexto del desarrollo sustentable del estado Barinas. A continuación se presentan los resultados.

Cálculos de las Subhuellas Agrícola, Pecuaria, Pesquera, Forestal, de Carbono y de Infraestructura

Para el cálculo de las subhuellas agrícola, pecuaria y pesquera se utilizó el operador matemático denominado sumatoria, la cual está representada por la letra griega sigma mayúscula (Σ) que permite representar de manera abreviada sumas con muchos sumandos, con un número indeterminado de ellos, representado por alguna letra o por infinitos sumandos. Los sumandos de una sumatoria se expresan como una variable, habitualmente x , y o z , cuyos valores dependen de un índice, usualmente i , j o k , que toman valores enteros. El índice empieza tomando el valor que aparece en la parte inferior de la sumatoria y se va incrementado en una unidad hasta llegar al valor que aparece en la parte superior de la sumatoria. Mientras que para el cálculo de las subhuellas forestal y de carbono se utilizó el valor del consumo de los productos, dividido entre la población, y estos resultados se dividieron entre el rendimiento de los productos y el factor de conversión, respectivamente. En tanto que para la subhuella infraestructura se midió el área construida, dividida entre la población. También, se utilizó el programa ArcGIS, Arcmap y Microsoft Office Excel 2007, para efectuar los cálculos de las seis subhuellas, de la huella ecológica y de la biocapacidad.

Subhuella Agrícola.

La subhuella agrícola (SHAGR) está compuesta por las superficies dedicadas al cultivo de rubros agrícolas en el estado Barinas, que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas. Por lo tanto, primero se calculó la subhuella parcial de cultivos, y como ejemplo, sólo se colocaron las subhuellas parciales de los rubros cereales y fabáceas, ya que las demás subhuellas parciales son similares a éstas para efectuar el cálculo; en tanto que segundo se calculó la subhuella agrícola.

A continuación se presentan los resultados mediante la categoría preestablecida para el cálculo, primero de la subhuella parcial, y segundo de la subhuella agrícola (SHAGR) de la población del estado Barinas. Los cultivos los conformaron los rubros compuestos por cereales, fabáceas, oleaginosas y textiles, musáceas, raíces y tubérculos, hortalizas, frutales y plantaciones, los cuales a su vez se desglosaron en cultivos agrícolas por rubros (MPPAPT, UTA-Barinas, 2018a). También los cultivos se identificaron con los nombres comunes y científicos, así como a la familia que pertenecen. Por lo tanto, con base en los resultados se alcanzó a cumplir con el primer objetivo específico formulado para la estimación de la huella ecológica (HE); además se presentan las superficies sembradas y cosechadas en hectáreas (ha) y la producción obtenida en toneladas (t), donde resultó que la superficie sembrada y cosechada para el año 2018 ocupó una superficie de 54.111 ha, con una producción total de 463.080 t en el estado Barinas (Ver Tabla 7 y Anexo 1).

Tabla 7.

Cálculos realizados a los cultivos agrícolas consumidos para la estimación de la subhuella agrícola de la población del estado Barinas, año 2021.

Rubros Agrícola	Cultivos Sembrados	Consumo (kg/año)	Cons. (kg/per)	Rend. (kg/ha)	Subhuella Rubros	Subhuella Agrícola (ha/per)
Cereales	Maíz	18.032.000	19,110	1.987	0,00962	0,0126
	Arroz	4.312.000	4,570	2.775	0,00165	
	Sorgo	477.000	0,506	382	0,00133	
Fabáceas	Caraota	671.000	0,711	446	0,00160	0,0033
	Frijol	1.122.000	1,189	697	0,00171	
	Girasol	614.000	0,651	689	0,00094	
Oleaginosas y Textiles	Ajonjolí	199.000	0,211	361	0,00059	0,0023
	Soya	67.000	0,071	859	0,00008	
	Algodón	580.000	0,615	885	0,00069	
Musáceas	Plátano	95.611.000	101,326	12.604	0,00804	0,0112
	Cambur	25.484.000	27,007	13.156	0,00205	
	Topocho	12.205.000	12,935	12.366	0,00106	
Raíces y Tubérculos	Yuca	272.902.000	289,214	12.294	0,02353	0,0246
	Ñame	7.600.000	8,054	10.080	0,00080	
	Ocumo	2.340.000	2,480	9.669	0,00026	
Hortalizas	Tomate	1.335.000	1,415	16.084	0,00009	0,0004
	Pimentón	418.000	0,443	9.500	0,00005	
	Ají Dulce	649.000	0,688	5.454	0,00013	
	Auyama	1.371.000	1,453	14.281	0,00010	
Frutales	Patilla	1.310.000	1,388	18.714	0,00007	0,0005
	Melón	244.000	0,259	13.556	0,00002	
	Lechosa	2.850.000	3,020	15.160	0,00020	
	Parchita	2.317.000	2,455	12.195	0,00020	
	Aguacate	181.000	0,192	3.852	0,00005	
Plantaciones	Caña de Azúcar	9.466.000	10,032	30.243	0,00033	0,0025
	Cafeto	430.000	0,456	276	0,00166	
	Cacaotero	293.000	0,311	578	0,00054	
Total		463.080.000				0,057

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT). Unidad Territorial Agrícola (UTA-Barinas, 2018a), con modificaciones.

Los resultados de la subhuella agrícola arrojaron un valor de 0,057 ha/per, lo que representa el 0,97 % de la huella ecológica, siendo los rubros de mayor aporte a esta subhuella agrícola los rubros de raíces y tubérculos con 0,0246 ha/per, entre ellos el cultivo de yuca con 0,02353; seguida del rubro compuesto por los cereales que aportó 0,0126 ha/per, con un valor de 0,0962 del cultivo de maíz; y el rubro integrado

por las musáceas que aportó 0,012 ha/per, con un valor para el cultivo de plátanos de 0,0804 (Ver Figura 6).

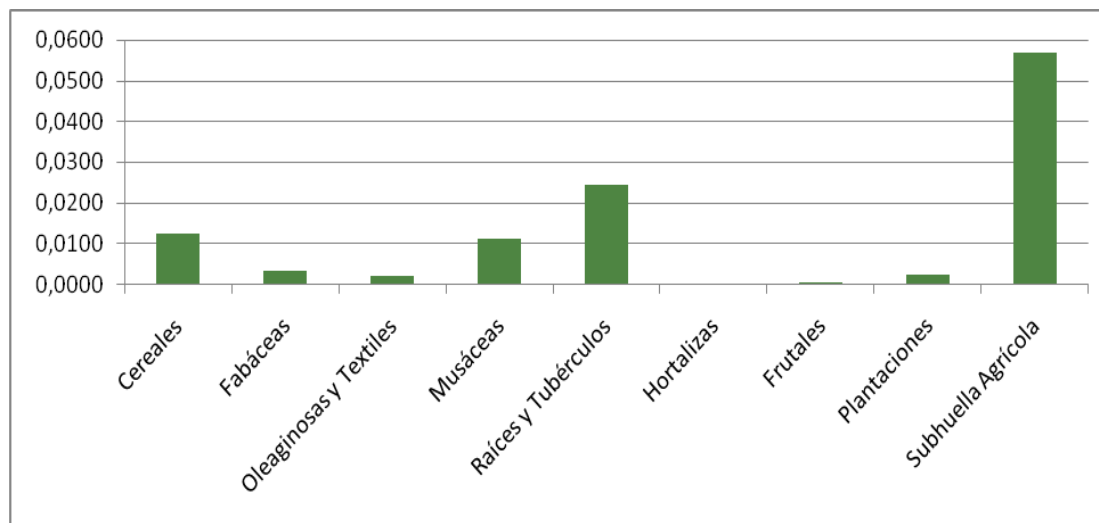


Figura 6. Subhuellas rubros agrícolas y subhuella agrícola del estado Barinas (2018).

Al comparar los resultados de la subhuella agrícola, que arrojó un valor de 0,057 ha/per, con los resultados presentados por Freire (2017), quien obtuvo en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra y por edificaciones, que el impacto en cultivos y huella ecológica fueron de 7,468 y 508,483 hag y de 13,059 y 2.168,336 hag, respectivamente; asimismo Gareis (2016), obtuvo que el habitante promedio del Partido de General Pueyrredon requirió en total de 0,85 ha productivas para abastecerse de los alimentos consumidos en el año, por lo que el total de la población se apropió de 524.852,30 ha productivas, cifra que aumenta en un 13 % si se considera a la población visitante; por lo tanto, al comparar los valores de la subhuella agrícola, con estos tres valores de subhuellas de cultivos, sólo los presentados por Gareis (2016) fueron parecidos o similar, aunque estuvieron por encima de esta SHAGR.

Con respecto a la comparación de la subhuella agrícola, con Pérez *et al.* (2019), se tiene que éstos obtuvieron una subhuella de cultivos (SC) de 0,2885

ha/cap/año, lo que representa el 43,69 % de la huella ecológica total (HET); ahora bien, Serafín *et al.* (2017) tuvieron como resultados que la huella ecológica de cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el consumo de alimentos y productos energéticos, siendo los cultivos la subhuella con el segundo valor más elevado; por lo tanto, al comparar la subhuella agrícola, se observa que está muy por debajo de las demás subhuellas.

Subhuella Pecuaria.

La subhuella pecuaria (SHPEC) está integrada por los espacios utilizados para el pastoreo de ganado bovino, bufalino, ovino y caprino en el estado Barinas, en general los suelos considerablemente menos productivos que los agrícolas. Primero se calculó la subhuella del alimento de ganado bovino, bufalino, ovino y caprino con pastos y productos procesados; y segundo, se calculó la subhuella de otros productos pecuarios, incluyendo el rubro pecuario apícola (MPPAPT, UTA-Barinas, 2018b). Así pues, con estos datos se determinó la subhuella pecuaria.

Por lo tanto, con base en los resultados se alcanzó a cumplir con el segundo objetivo específico planteado para la estimación de la huella ecológica (HE) del estado Barinas; además se presentan las superficies utilizadas para la cría de ganado. En el caso del cultivo de pastos son para la alimentación de los productos cárnicos y/o lácteos de bovino, bufalino, ovino y caprino; mientras que el suministro de alimento fue para el ganado porcino y avícola (pollo, gallina y codorniz), los cuales se identificaron con los nombres comunes y científicos, así como a la familia que pertenecen, además de las superficies ocupadas por pastos naturales, introducidos y de corte en el estado Barinas, los cuales arrojaron una superficie de 2.847.260 ha (Ver Tabla 8 y Anexos 2 y 3).

Tabla 8.

Cálculos realizados a los productos pecuarios cárnicos y a los alimentos procesados de los animales para la estimación de la subhuella pecuaria de la población del estado Barinas, año 2021.

Rubros	Productos Pecuarios	Consumo (kg/año)	Cons. (kg/per)	Rend. (kg/ha)	Subhuella Rubros	Subhuella Rubros Pecuarios (ha/per)	
Bovino	Carne	70.495.260	76,265	427	0,178607	0,178607	
Ovino	Carne	343.518	0,364	112	0,000005	0,000005	
Caprino	Carne	101.935	0,108	100	0,000002	0,000002	
Cunícula	Carne	5.836	0,006	92.000	0,000000		
	Alimento	25.678	0,027	1.076	0,000862	0,000862	
Porcino	Carne	7.285.478	7,721	225.000	0,000023		
	Alimento	29.141.910	23,166	1.076	0,207257	0,20728	
	Pollo	Carne	10.577.935	13,570	230.000	0,000059	
		Alim.	3.808.057	4,036	1.076	0,001766	0,00200
Avícola	Gallina	Carne	306.765	0,325	80.000	0,000004	
		Alim.	153.383	0,163	1.076	0,000547	0,00100
	Codorniz	Carne	375,210	0,0001	15.400	0,000000	
		Alim.	63,786	0,00007	5,403	0,000009	0,00001
Total						0,3899	

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT). Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Asimismo, se promedió el consumo de alimentos por hectárea de los cultivos agrícolas, para alimentar al ganado porcino y avícola, compuesto por los rubros de cereales (maíz y sorgo) y oleaginosas (soya), con valores en kg/ha de 1.987, 382 y 859, respectivamente, con un valor promedio de 1.076 kg/ha. También, se determinó el factor de conversión de kilogramos de carne a kilogramos de alimento de conejo, cerdo, pollo, gallina y codorniz, con factores de 4,4; 4,0; 0,36; 0,40 y 0,17, respectivamente (F. Rosales, comunicación personal, 12 de febrero de 2021), ya que fue necesario realizar un segundo cálculo debido al suministro de alimentos procesado a los animales. Por lo tanto, se estimaron las subhuellas parciales de los rubros pecuarios cárnicos de ganado bovino, ovino, caprino, cunícula, porcino y avícola (pollo, gallina y codorniz) (Ver Anexos 4, 5, 6 y 7).

Los resultados de la subhuella parcial de rubros pecuario arrojó un valor de 0,390 ha/per, lo que representa el 6,55 % de la suhuella pecuaria; sin embargo, el producto pecuario de alimento porcino fue el mayor aporte a la subhuella parcial de rubros pecuarios, con un valor de 0,20728 ha/per, es decir, el 53,15 %, y la carne de ganado bovino fue el siguiente valor de 0,178607 ha/per, es decir, el 45,80 % (Ver Figura 7).

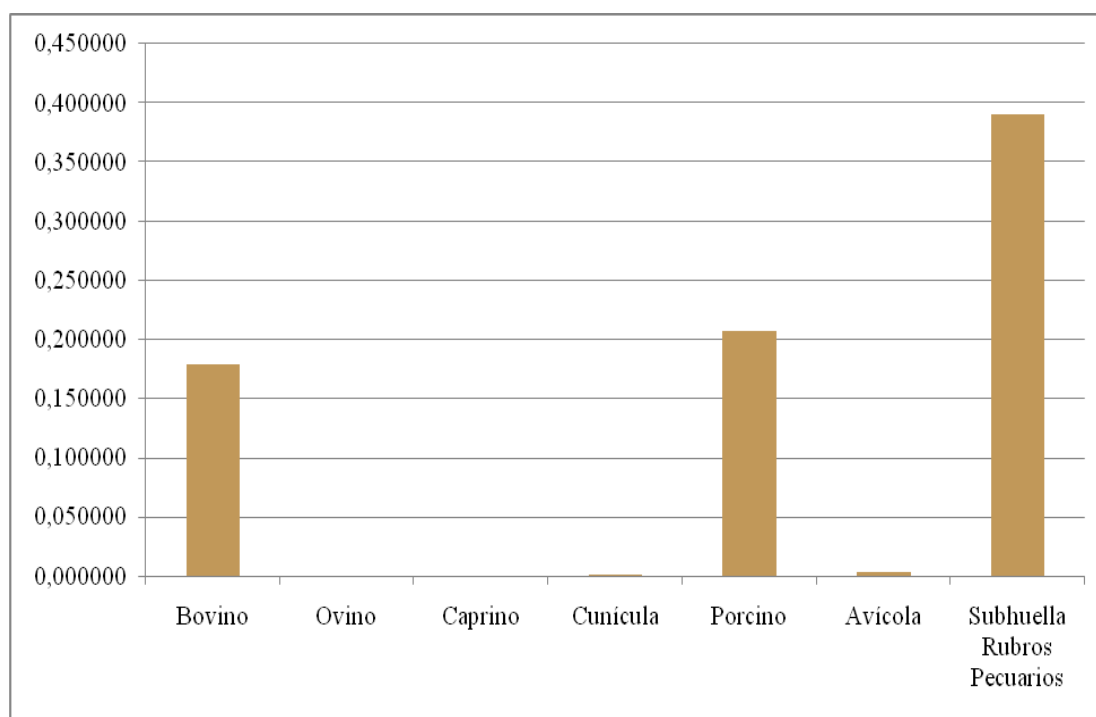


Figura 7. Subhuellas rubros pecuarios del estado Barinas (2018).

También, se calculó la subhuella parcial de productos pecuarios, compuesto por leche en litros y queso en kilogramos de ganado bovino y bufalino, así como huevos de gallina en unidades; además de miel de abeja con 25,5 kg/colm y cera y polen con 0,50 kg/colm) (F. González, comunicación personal, 14 de marzo de 2021), como otro rubro y producto pecuario para el complemento de la subhuella parcial de productos pecuarios (Ver Tabla 9 y Anexos 8, 9, 10 y 11).

Tabla 9.

Cálculos realizados a los productos pecuarios para el complemento de la estimación de la subhuella pecuaria de la población del estado Barinas, año 2021.

Rubros Pecuarios	Prod. Pec.	Consumo (l/año)	Consumo (l/per)	Rend. (l/ha)	Suhuella / Rubros Pec.	Subhuella / Prod. Pec. (ha/per)
Bovino	Leche	454.351.674	481,51	175,89	2,73756	
Bufalino	Leche	63.199.181	66,98	719,46	0,09310	2,83066
Rubros Pecuarios	Prod. Pec.	Consumo (kg/año)	Consumo (kg/per)	Rend. (kg/ha)	Suhuella / Rubros Pec.	Subhuella / Prod. Pec.
Bovino	Queso	37.171.199	39,39	19,41	2,02937	
Bufalino	Queso	12.639.836	13,40	143,89	0,09313	2,12250
Rubros Pecuarios	Prod. Pec.	Consumo (U/año)	Consumo (U/per)	Rend. (U/ha)	Suhuella / Rubros Pec.	Subhuella / Prod. Pec. (ha/per)
Avícola	Huevos	55.984.576	59,33	10.745. 600	0,00001	0,00001
Rubros Pecuarios	Prod. Pec.	Consumo (kg/año)	Consumo (kg/per)	Rend. (kg/ha)	Suhuella / Rubros Pec.	Subhuella / Prod. Pec. (ha/per)
Apícola	Miel	35.210	0,037	25,514	0,00145	
	*CyP	690	0,001	0,500	0,002	0,00345
Total						4,9566

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b). * Cera y Polen

La subhuella parcial de productos pecuarios arrojó un valor 4,957 ha/per, que representa el 92,71 % de la subhuella pecuaria, siendo el mayor aporte a esta subhuella parcial de productos pecuarios, integrado por leche de ganado bovino con un valor de 2,73756 ha/per, lo que representa el 55,19 % de la subhuella; mientras el producto pecuario queso también de ganado bovino, aportó un valor de 2,02937 ha/per, que representa el 40,94 %, o lo que es lo mismo, la leche y el queso de ganado bovino aportan el 96,13 % a la subhuella parcial de productos pecuarios (Ver Figura 8).

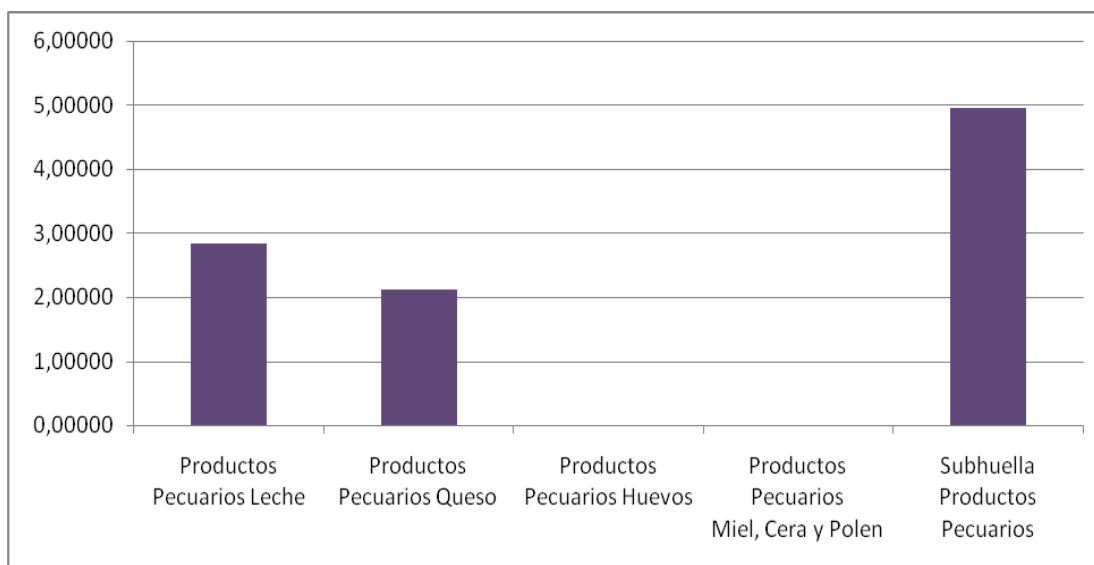


Figura 8. *Subhuellas productos pecuarios del estado Barinas (2018).*

Los resultados de la subhuella pecuaria arrojaron un valor de 5,347 ha/per, lo que representa el 90,50 % de la huella ecológica, dado que la subhuella parcial de pecuaria sólo dio un valor de 0,390 ha/per, lo que representa el 7,29 %; mientras que la subhuella parcial de productos pecuarios fue muy superior, con un valor de 4,957 ha/per, lo que representa el 92,71 %, siendo el producto pecuario de la leche y el queso de ganado bovino el mayor aporte con 4,860 ha/per (Ver Figura 9).

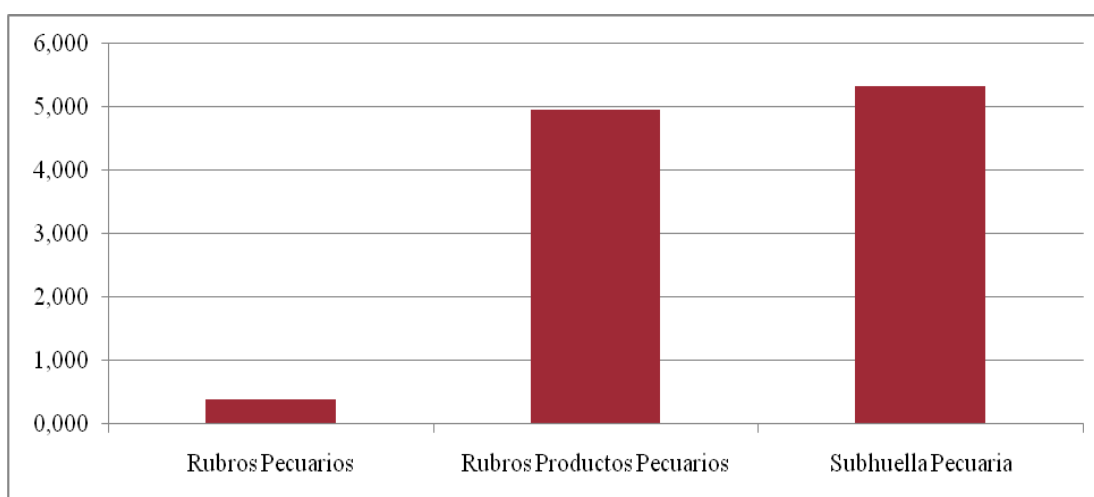


Figura 9. *Subhuellas rubros pecuarios, rubros productos pecuarios y subhuella pecuaria del estado Barinas (2018).*

Con respecto a los resultados de la subhuella pecuaria, que arrojó un valor de 5,347 ha/per, al compararlos con Freire (2017), quien obtuvo en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra y en edificaciones, que el impacto en pastos y huella ecológica fue de 1,661 y 508,483 hag y de 2,904 y 2.168,336 hag, respectivamente; mientras que Gareis (2016) obtuvo que el habitante promedio del Partido de General Pueyrredon requirió en total de 0,85 ha productivas para abastecerse de los alimentos consumidos a lo largo del año, en total, la población se apropió de 524.852,30 ha productivas; así pues, la subhuella pecuaria de la presente tesis doctoral estuvo muy por encima en comparación con las demás subhuellas de pastos.

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), la subhuella de pastos (SP) dio un valor de 0,1465 ha/cap/año, con un 22,19 % en la huella ecológica total (HET); ahora bien, los investigadores Serafín *et al.* (2017), expusieron que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el de alimentos y productos energéticos y una huella ecológica global fue de 4,0012 ha por persona, siendo los pastos la quinta subhuella más elevadas; por lo que se infiere que la subhuella pecuaria estuvo muy por encima de las demás subhuellas de pastos.

Subhuella Pesquera.

La subhuella pesquera (SHPES) está representada por los cursos de agua, es decir, los ríos donde existe una captura de peces de agua dulce; así como los cuerpos de aguas, es decir, lagunas donde existe una producción piscícola, para que pueda ser aprovechada por la población del estado Barinas (MPPAPT, INSOPESCA, 2018). Esta producción de pescado de río o fluvial y pescado de laguna o piscícola, son los datos necesarios para determinar la subhuella pesquera.

Por tanto, se presentan los resultados mediante la categoría preestablecida para la estimación de la subhuella pesquera de la población del estado Barinas; así,

con base en los resultados se alcanzó a cumplir con el tercer objetivo específico propuesto para la estimación de la huella ecológica (HE) del estado Barinas; además se presentan las superficies utilizadas para la pesca en ríos, los cuales dieron una y para la cría de peces en lagunas. En el caso de los ríos se utilizó la longitud y el ancho promedio de cada río para obtener la superficie, los cuales dieron un valor de 9.179,08 ha; en tanto que la superficie de las lagunas fue suministrada por INSOPESCA (2018), las cuales sumaron un valor de 233,43 ha; también se identificaron los peces con los nombres comunes y científicos, así como a la familia que pertenecen, además de las superficies ocupadas para la pesca y la cría de peces, se determinó el factor de conversión de kilogramos de carne a kilogramos de alimento de cachama, coporo y tilapia, con un factor de conversión de 0,035 (E. Manzano, comunicación personal, 19 de febrero de 2021) (Ver Tablas 10 y 11 y Anexos 12, 13 y 14).

Tabla 10.

Especies de peces capturados en ríos y sus respectivas subhuellas por rubros fluviales del estado Barinas, año 2021.

Rubros Fluviales	Consumo (kg/año)	Consumo (kg/per)	Rendimiento (kg/ha)	Subhuella Rubros Fluviales (ha/per)
Raya de Río	8.385	0,008886	0,913490	0,009728
Mije	4.830	0,005119	0,526197	0,009728
Tusa	2.460	0,002607	0,268001	0,009728
Payara	1.445	0,001531	0,157423	0,009725
Guabina	3.188	0,003379	0,347311	0,009729
Coporo	951.543	1,008418	103,664311	0,009728
Cachama	7.673	0,008132	0,835923	0,009728
Palometa	67.301	0,071324	7,331998	0,009728
Morocoto	12.480	0,013226	1,359613	0,009728
Caribe Colorado	67.066	0,071075	7,306397	0,009728
Bagre Pavón de Cuero	23.958	0,025390	2,610065	0,009728
Curito	100	0,000106	0,010894	0,009730
Bagre Sierra	5.210	0,005521	0,567595	0,009727
Corroncho	3.220	0,003412	0,350798	0,009726

Tabla 10. (Cont.).

Especies de peces capturados en ríos y sus respectivas subhuellas por rubros fluviales del estado Barinas, año 2021.

Rubros Fluviales	Consumo (kg/año)	Consumo (kg/per)	Rendimiento (kg/ha)	Subhuella Rubros Fluviales (ha/per)
Bagre Laulau	125	0,000132	0,013618	0,009693
Bagre Cunaguaro	10.521	0,011150	1,146193	0,009728
Bagre Jipi	170	0,000180	0,018520	0,009719
Bagre Dorado	3.347	0,003547	0,364633	0,009728
Bagre Valentón	18.524	0,019631	2,018067	0,009728
Bagre Mapurite	7.155	0,007583	0,779490	0,009728
Bagre Yaque	415	0,000440	0,045212	0,009732
Bagre Cajaro	22.961	0,024333	2,501449	0,009728
Bagre Blanco Pobre	18.564	0,019674	2,022425	0,009728
Bagre Rayado	70.112	0,074303	7,638238	0,009728
Bagre Cabezón	50.946	0,053991	5,550229	0,009728
Bagre Doncella	845	0,000896	0,092057	0,009733
Bagre Sapo	2.447	0,002593	0,266584	0,009727
Bagre Toruno	14.317	0,015173	1,559742	0,009728
Vieja	820	0,000869	0,089334	0,009728
Sardinata	220	0,000233	0,023968	0,009721
Curbinata	4.171	0,004420	0,454403	0,009727
Total	1.384.519			0,302

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Pesca y Acuicultura (MPPPA). Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA, 2018a), con modificaciones.

Los resultados de la subhuella parcial de rubros fluviales, es decir, el pescado capturado en los ríos, arrojó un valor de 0,302 ha/per, lo que representa el 99,34 % de la subhuella pesquera, siendo los rubros de mayor aporte a esta subhuella el Bagre doncella con 0,100958, seguida por el Curito con 0,100952, luego el Bagre yaque con 0,100941 y la Guabina con 0,100911.

Tabla 11.

Especies de peces producidas en lagunas para la estimación de la subhuella parcial por rubros piscícolas a la población del estado Barinas, año 2021.

Rubros	Piscícolas	Consumo (kg/año)	Cons. (kg/per)	Rend. (kg/ha)	Subhuella Rubros	Subhuella Rubros Piscícola (ha/per)
Cachama	Carne	625.940	0,663353	2.681,489	0,000247	
	Alimento	21.907,9	0,023217	91,248	0,000254	0,000501
Coporo	Carne	12.300	0,013035	52,692	0,000247	
	Alimento	430,5	0,000456	1,335	0,000342	0,000589
Tilapia	Carne	2.100	0,002226	8,996	0,000247	
	Alimento	73,5	0,000078	0,315	0,000248	0,000495
Total						0,002

Fuente: Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT). Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA, 2018c), con modificaciones.

Ahora bien, los resultados de la subhuella parcial de rubros piscícola, es decir, el pescado criado en lagunas, arrojó un valor de 0,002 ha/per, lo que representa sólo el 0,66 % de la subhuella pecuaria, siendo los rubros con el mayor aporte a esta subhuella la especie Coporo con 0,000589 (Ver Figura 10).

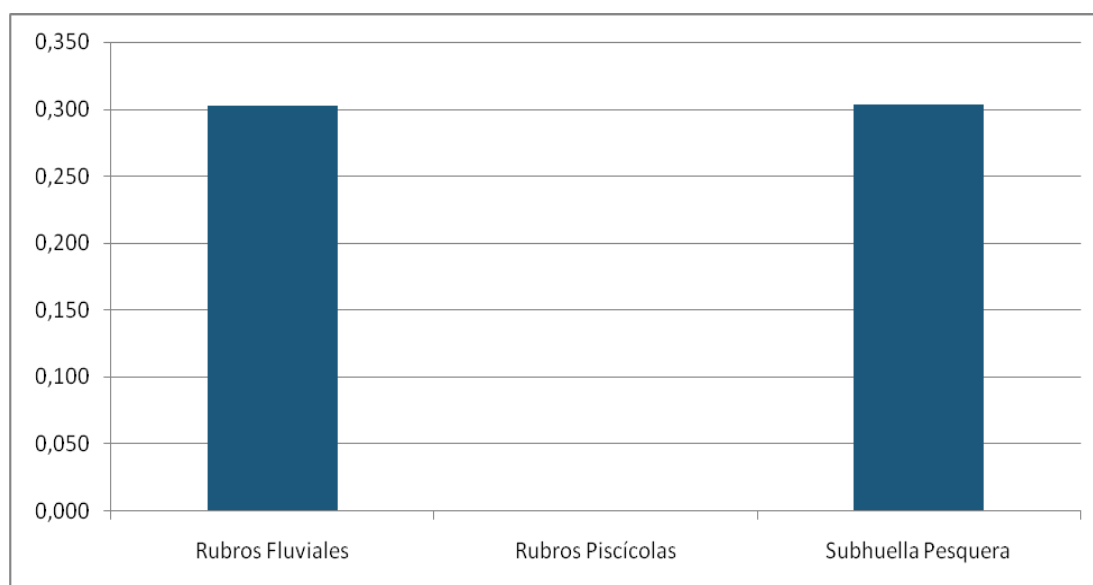


Figura 10. Subhuellas rubros fluviales, rubros piscícolas y subhuella pesquera del estado Barinas (2018).

Los resultados de la subhuella parcial de rubros fluviales, es decir, el pescado de río, arrojó un valor de 0,302 ha/per, lo que representa el 99,34 % de la subhuella pesquera; mientras que los resultados de la subhuella parcial de rubros piscícola, es decir, el pescado criado en lagunas, arrojó un valor de 0,002 ha/per, lo que representa sólo el 0,66 % de la subhuella pesquera; por lo tanto, la subhuella pesquera arrojó un valor de 0,304 ha/per, lo que representa el 5,15 % de la huella ecológica.

En relación con los resultados de la subhuella pesquera, que dio un valor de 0,304 ha/per, al contrastarla con Freire (2017) cuyos resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra y de edificación, reflejaron el impacto en la subhuella de mar y huella ecológica fueron de 4,369 y 508,483 hag y 7,638 y 2.168,336 hag, respectivamente; en tanto Gareis (2016) obtuvo que la subhuella de mar para la población del partido de General Pueyrredon quedó estimada en 119.683,67 ha (0,19 ha/cap), valor que se incrementa a 135.202,22 ha de considerar a la población asociada al turismo; ahora bien, al contrastar la subhuella pesquera pero de ríos y lagunas con estas subhuellas de mar, sólo está por debajo de los valores de Gareis (2016).

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), se tiene que la subhuella de de mar (SM) fue de 0,0026 ha/cap/año, lo que representa 0,4% de la huella ecológica total (HET); los investigadores Serafín *et al.* (2017), con los resultados de la huella ecológica una vez realizado el cálculo, arrojaron que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el de alimentos y productos energéticos, siendo la sexta y última subhuella los productos marinos; lo que indica que la subhuella pesquera está por encima de la de Pérez *et al.* (2019), pero por debajo de la subhuella marina de Serafín *et al.* (2017).

Subhuella Forestal.

La subhuella forestal (SHFOR) son las superficies forestales compuesta por bosques naturales y/o plantados, ya bien sean con especies nativas e/o introducidas, pero siempre y cuando que se encuentren en aprovechamiento (MPPE, 2018). Para determinar la subhuella forestal se consideran sólo se consideran los productos forestales provenientes de la tala y deforestación de los bosques autorizados legalmente para la extracción selectiva de los individuos y especies permisadas para tan fin, para poder obtener la extracción de forma legal con los requisitos exigidos.

A continuación se presentan los los resultados mediante la categoría preestablecida para la estimación de la subhuella forestal (SHFOR) de la población del estado Barinas; por lo tanto, con base en los resultados se alcanzó a cumplir con el cuarto objetivo específico trazados para la estimación de la huella ecológica (HE) del estado Barinas; además se presentan las superficies utilizadas para la producción forestal. En el caso de los bosques la madera talada y cortada en rolas y la aserrada; además de los productos de leña y carbón, los cuales se identificaron con los nombres comunes y científicos, así como a la familia que pertenecen, además de las superficies ocupadas por los bosques naturales y plantados, los cuales arrojaron una superficie de 2.847.260 ha (Ver Tabla 12 y Anexos 15, 16, 17, 18, 19 y 20).

Tabla 12.

Cálculos realizados de los productos forestales del bosque natural y plantado aprovechado para la estimación de la subhuella forestal, año 2021.

Productos Forestales	Consumo (m ³ /año)	Consumo (m ³ /per)	Rendimiento (m ³ /ha)	Subhuella Forestal (ha/per)
Madera en Rolas	19.661,860	0,020837	70	0,000298
Madera Aserrada	72.895,910	0,077253	17,5	0,004414
Productos Forestales	Consumo (kg/año)	Consumo (kg/per)	Rendimiento (kg/ha)	Subhuella Forestal (ha/per)

Tabla 12. (Cont.).

Cálculos realizados de los productos forestales del bosque natural y plantado aprovechado para la estimación de la subhuella forestal, año 2021.

Productos Forestales	Consumo (m ³ /año)	Consumo (m ³ /per)	Rendimiento (m ³ /ha)	Subhuella Forestal (ha/per)
Leña	2.335,151	0,002475	250	0,000010
Carbón	6.160,000	0,006528	62,5	0,000104
Total				0,005

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE). Dirección General, Patrimonio

Forestal. Sistema de Información Geográfica Forestal (SIGEFOR, 2018), con modificaciones.

Los resultados de la subhuella forestal arrojaron un valor de 0,005 ha/per, lo que representa el 0,08 %, siendo el producto forestal proveniente de la madera aserrada el de mayor aporte a la subhuella forestal, con 0,004414 ha/per, es decir, el 88,28 %, seguida por el producto forestal proveniente de la madera en rolas y del producto forestal del carbón, con valores de 0,000298 ha/per y el 5,96 % y 0,000104 ha/per y el 2,08 %, respectivamente (Ver Figura 11).

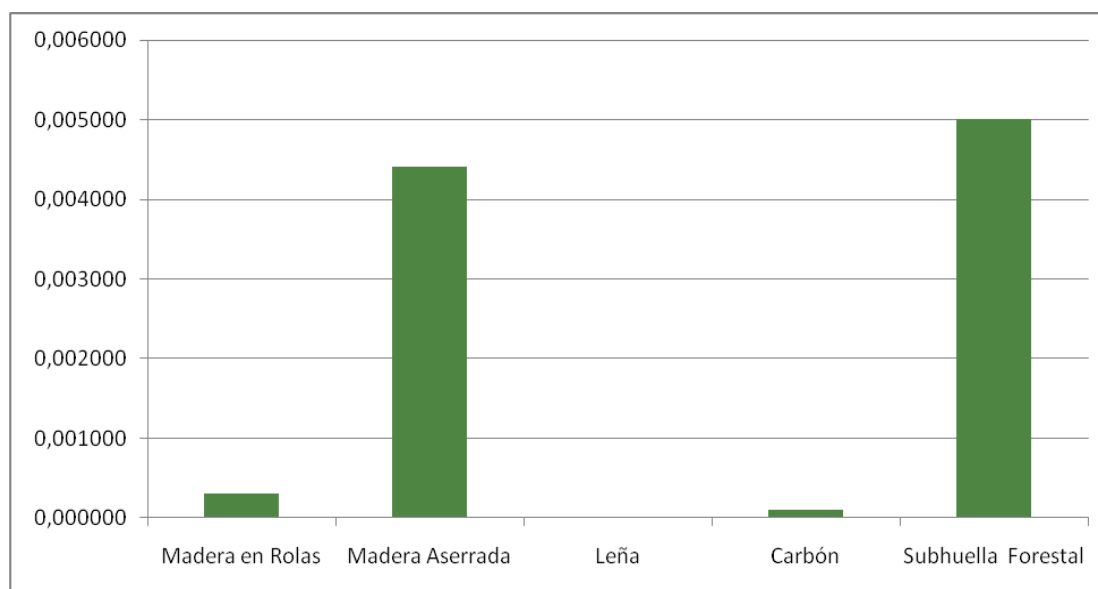


Figura 11. Subhuellas productos forestales (madera en rolas, madera aserrada, leña y carbón) y subhuella forestal del estado Barinas (2018).

Según Freire (2017), en los resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra y de edificaciones, reflejaron el siguiente impacto de bosques de 0,157 y 508,483 hag y 0,275 y 2.168,336 hag, respectivamente; asimismo, Gareis (2016) expresó que la subhuella final de madera y papel quedó estimada en 34.876,37 ha para el total de la población del Partido General Pueyrredon y una subhuella per cápita de 0,056 para el habitante promedio, aunque de considerarse la población de turistas, la subhuella se incrementa a 39.398,55 ha totales.

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), se tiene que la subhuella de bosque (SB) es de 0,0066 ha/cap/año, con un 1,006 %, siendo el mayor aporte la leña con 98,41 %, y el papel con el consumo más bajo con 0,112 %; los investigadores Serafín *et al.* (2017), dieron como resultado de la huella ecológica una vez realizado el cálculo, esta arrojó que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el de alimentos y productos energéticos y una huella ecológica global fue de 4,0012 ha por persona, siendo el tipo de superficie de bosque la subhuella que ocupó el primer lugar o la de más alto valor.

Subhuella de Carbono.

La subhuella de carbono (SHCAR) es la cantidad de tierra forestal bioproductiva requerida para absorber emisiones de dióxido de carbono (CO₂) antropogénico, para evitar la acumulación de CO₂ en la atmósfera (2018; MPPP; CORPOELEC, 2018; Gobernación el Estado Barinas, 2018; MPPE, 2018). Para determinar la subhuella de carbono con los datos suministrados por la Corporación Eléctrica (CORPOELEC, 2018), así como también por el Ministerio de Poder Popular de Petróleo (MPPP), Dirección Regional Barinas; CORPOELEC (2018) (Ver Tabla 12). Por otra parte, fue necesario recopilar los rendimientos de cada rubro aportados por la Gobernación del Estado Barinas, a través empresa estatal para el Control y Automatización de Distribución de Gas, S.A. [Cadigás, S.A.], 2018).

Para la determinación de los combustibles fósiles en l/año, primero se llevó a kg/año, luego la cantidad de julios (J) y por último los Gigajulios (GJ) que representa de CO₂; con respecto al consumo eléctrico en kWh/año también se llevó hasta GJCO₂; con relación a los incendios de vegetación, las hectáreas se llevaron también a kilogramos de GJCO₂; todo esto se calculó en consumo por persona, para luego determinar lo que representa dicho consumo en hectáreas, siendo esto posible, ya que Wackernagel y Rees (1996) plantean que 1 ha absorbe 100 GJ de energía al año.

Asimismo, se determinó el factor de emisión en MJCO₂ por el consumo de gasolina, gasoil y gas licuado de petróleo, con factores de 0,737, 0,890 y 0,540, respectivamente; y de la cantidad de una kCal que equivale a 4.184 Julios, que libera la gasolina, el gasoil y el gas, con factores de 11.000, 10.200 y 12.800, respectivamente; así como el factor de de emisión en MJCO₂ por el consumo de energía eléctrica, con el factor de 3,6 y de la cantidad de una kCal que equivale a 4.184 Julios, que libera la electricidad, con el factor de 10.000; además del factor de emisión en MJCO₂ por los incendios de vegetación, con el factor de 2,0 y la cantidad de kCal que libera con el factor de 10.000 (Ver Tabla 13 y Anexo 21).

Tabla 13.

Consumo de combustibles fósiles (gasolina, gasoil y gas), de energía eléctrica e incendios de vegetación (alta, mediana y baja) en el estado Barinas, año 2021.

Combustibles Fósiles	Consumo (l/año)	Consumo (kg/año)	Cant. J que Representa	GJCO ₂ Emitido	Subhuella Parcial Comb. Fós. (ha/per)
Gasolina	273.600.000	201.643.200	9,2804*10 ¹⁵	92.804	0,098351
Gasoil	136.800.000	121.752.000	5,1960*10 ¹⁵	51.960	0,055066
Gas Licuado de Petróleo	41.426.471	22.370.296	1,1980*10 ¹⁵	11.980,46	0,012697
Subtotal					0,166114
Energía Eléctrica	Consumo (kWh/año)	Consumo (kg/año)	Cant. J que Representa	GJCO ₂ Emitido	Subhuella Parcial E. E. (ha/per)
Consumo Eléctrico	840.000	3.024.000	1,2652*10 ¹⁴	1.265,24	0,001341

Tabla 13. (Cont.).

Consumo de combustibles fósiles (gasolina, gasoil y gas), de energía eléctrica e incendios de vegetación (alta, mediana y baja) en el estado Barinas, año 2021.

Combustibles Fósiles	Consumo (l/año)	Consumo (kg/año)	Cant. J que Representa	GJCO ₂ Emitido	Subhuella Parcial Comb. Fós. (ha/per)
Incendios de Vegetación	Superficie (ha/año)	Consumo (kg/año)	Cant. J que Representa	GJCO ₂ Emitido	Subhuella Parcial I. V. (ha/per)
Incendios de Vegetación alta, mediana y baja	2.230	4.460	1,866064*10 ¹¹	1,8661	0,000002
Total					0,167

Fuente: Ministerio del Poder Popular de Petróleo (MPPP). Dirección Regional Barinas (2018); Gobernación del Estado Barinas (Cadigás, S.A., 2018).

La subhuella de carbono arrojó un valor de 0,167, lo que representa el 2,83 % de la huella ecológica; mientras la subhuella parcial de combustibles fósiles arrojó el mayor valor, con 0,166 ha/per, que representa el 99,40 % de la subhuella de carbono, siendo la subhuella parcial de gasolina la que dio el mayor aporte con un valor con 0,098351 ha/per, lo que equivale al 59,25 % de la subhuella parcial de combustibles fósiles; mientras que la subhuella parcial de energía eléctrica arrojó un valor muy bajo de sólo el 0,001341 ha/per, lo que equivale al 0,60 %; en tanto que la subhuella parcial de incendios forestales arrojó el menor valor, con 0,000002 ha/per, es decir, no aportó huella, ya que el valor es 0,00 % de la subhuella de carbono (Ver Figura 12).

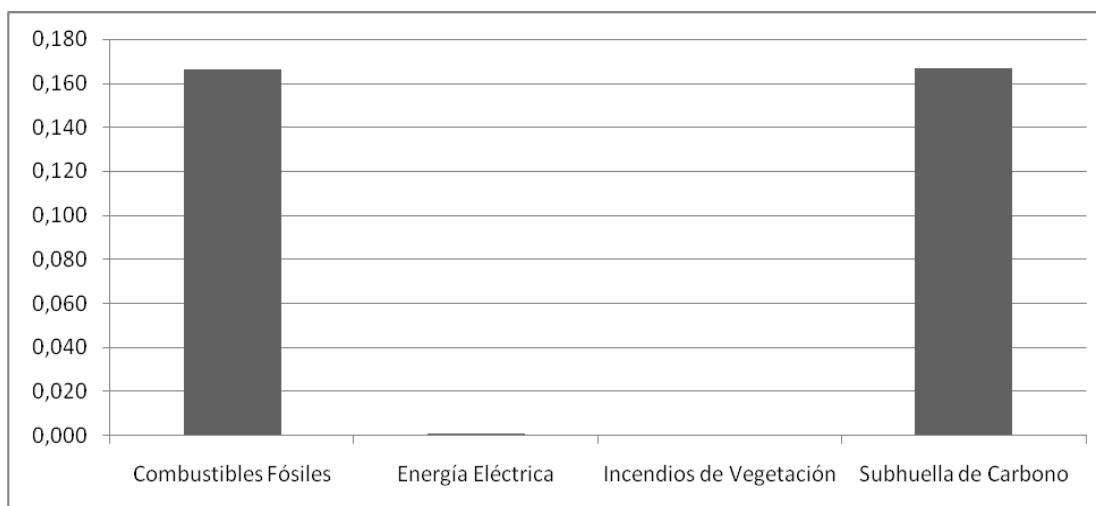


Figura 12. Subhuellas de combustibles fósiles, energía eléctrica e incendios de vegetación y subhuella de carbono del estado Barinas (2018).

Según Freire (2017), en los resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra, reflejaron el impacto fósil y huella ecológica con un valor de 421,48 hag y 508,483 hag y 2.143,784 hag y 2.168,336 hag, respectivamente; asimismo, Gareis (2016), el habitante promedio del Partido se apropió de 0,73 ha a los fines de absorción de sus emisiones de CO₂; aunque las hectáreas totales disminuyen de considerarse únicamente la población del Partido o de la ciudad de Mar del Plata;

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), se tiene que la subhuella de energía (SE) fue de 0,0799 ha/cap/año lo que representa el 12,11 % en la huella ecológica total (HET); donde el portador energético de mayor incidencia es la electricidad, con 73,06 %, ya que en este rubro se consideran los consumos de los organismos, más el consumo de la zona residencial; los investigadores Serafín *et al.* (2017), una vez realizado el cálculo de la huella ecológica, arroja que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el de alimentos y productos energéticos y una huella ecológica global fue de 4,0012 ha por persona., siendo el cuarto valor, es decir, un valor medio; por lo que el tamaño de la huella de los consumos energéticos residenciales se debe principalmente al consumo de energía eléctrica.

Subhuella de Infraestructura.

La subhuella de infraestructura (SHINF) considera las superficies construidas por infraestructura en áreas urbanas y rurales del estado Barinas; así como las superficies que ocupan las vías de comunicación para el transporte automotor por autopistas (21,3 m de ancho), troncales (13,2 m de ancho), y las vías de comunicación asfaltadas y engranzonadas (7,2 m de ancho), y de tierra (6,0 m de ancho) (J. Mazzei, comunicación personal, 3 de abril de 2021), utilizadas para el transporte automotor; así como las superficies ocupadas por los cuerpos de agua como son los embalses y las lagunas construidas en el estado Barinas (ArcGIS, 2018) (Ver Tabla 14 y Anexos 22, 23 y 24).

Tabla 14.

Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de áreas urbanizadas de los municipios del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Superficie (ha)	Subhuella Áreas Urbanizadas (ha/per)
Barinas	12.310,59	0,013046
Ezequiel Zamora	1.236,79	0,001311
Antonio José de Sucre	1.119,90	0,001187
Pedraza	948,84	0,001006
Bolívar	907,57	0,000962
Obispos	820,42	0,000869
Andrés Eloy Blanco	663,42	0,000701
Alberto Arvelo Torrealba	492,30	0,000522
Cruz Paredes	483,95	0,000513
Rojas	329,00	0,000349
Sosa	210,53	0,000223
Arismendi	185,11	0,000196
Total	19.708,42	0,020885

Los resultados de la subhuella parcial de áreas urbanizadas, muestran que por supuesto como se esperaba, la subhuella con más valor fue el municipio Barinas, por la cantidad de personas que allí habitan, con un valor de 0,013046, es decir, el 62,47

%, o lo que es lo mismo, un tercio del aporte a la subhuella parcial; luego le siguen los municipios Ezequiel Zamora, Antonio José de Sucre y Pedraza, con valores de 0,001311 (10,05 %), 0,001187 (9,10 %) y 0,001006 (7,71 %), respectivamente (Ver Tabla 15 y Anexo 25).

Tabla 15.

Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de vialidad para el transporte del estado Barinas, año 2021.

Vías de Comunicación	Superficie (ha)	Subhuella Vías de Comunicación (ha/per)
Autopistas	495,44	0,000525
Troncales	495,53	0,000525
Vías asfaltadas	422,25	0,000447
Vía engrazonadas	317,59	0,000337
Vías de tierra	288,54	0,000306
Total	2.019,35	0,002140

Mientras que los resultados de la subhuella parcial de las vías de comunicación, muestran que las autopistas y las vías troncales, presentan los mayores e iguales valores de subhuella parcial de vías de comunicación, con valores de 0,000525 y 24,5 % cada una, es decir, aportaron la mitad de la subhuella, y las vías asfaltadas dieron un valor de 0,000447, lo que representa el 20,89 % (Ver Tabla 16 y Anexo 26).

Tabla 16.

Cálculos realizados para la estimación de la subhuella parcial de cuerpos de agua del estado Barinas, año 2021.

Cuerpos de Agua	Superficie (ha)	Subhuella Cuerpos de Agua (ha/per)
Embalse Masparro	4.689	0,004969
Lagunas construidas	233,43	0,000247
Total	4.922,43	0,005216

En tanto que los resultados de la subhuella parcial de los cuerpos de agua, muestran que por supuesto, la subhuella de cuerpos de agua compuesta por el embalse Masparro, fue la del mucho mayor aporte, con un valor de 00,4969, es decir, el 95,26 % de la subhuella parcial de 0,005216 ha/per del estado Barinas.

Los resultados de la subhuella de infraestructura arrojaron un valor de 0,028 ha/per, que representa el 0,47 %, ya que que la subhuella parcial de áreas urbanizadas fue de 0,021, la de vías de comunicación 0,002 y la de cuerpos de agua 0,005, lo que representa el 75,00 %, 7,14 % y 17,86 %, respectivamente (Ver Figura 13).

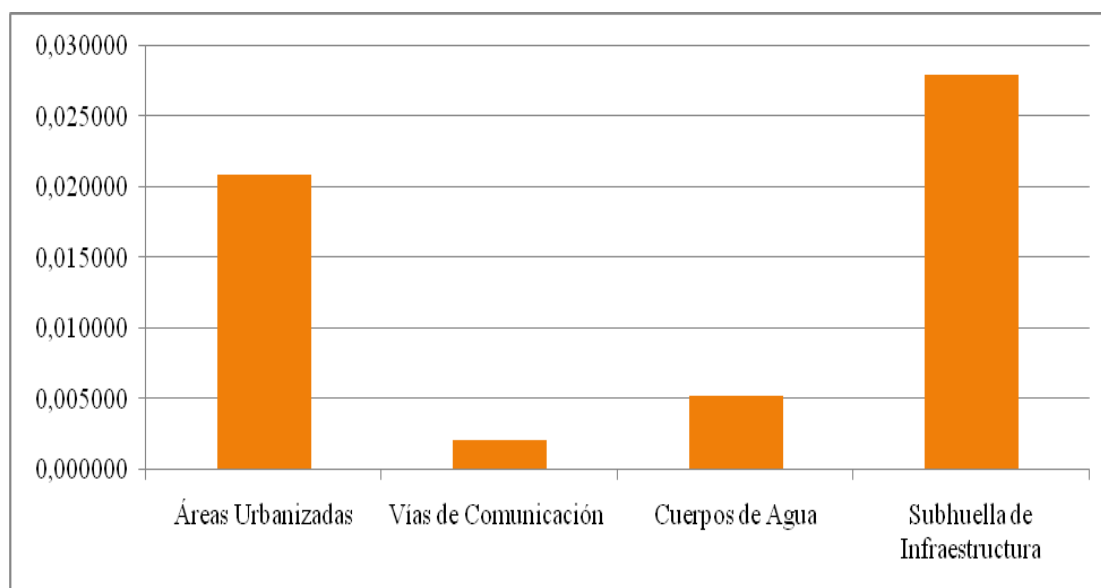


Figura 13. Subhuellas de áreas urbanizadas, vías de comunicación y cuerpos de agua y subhuella de infraestructura del estado Barinas (2018).

Según Freire (2017), los resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra y de edificación, de 2,416 y 508,483 hag y 0,704 y 2.168,336 hag, respectivamente; asimismo, Gareis (2016) se obtuvo que el habitante del Partido de General Pueyrredon (considerando en los cálculos a la población turística) se apropia de 0,031 ha a los fines de habitar, obtener servicios y desarrollar sus actividades urbanas (ambiente construido),

además, la población local (más turistas) requiere de un área impermeabilizada de 0,019 ha/cap; con respecto al trabajo de la huella ecológica (HE).

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), los resultados del cálculo de la huella ecológica (HE) se tiene que la subhuella de superficie construida (SSC) fue de 0,136 ha/cap/año, con 20,72 %, con el mayor aporte en los asentamientos poblacionales, con 26,89 %, siendo las construcciones ocupadas por vertederos son las de menos contribución, con el 0,035 %, seguido de las industrializadas con 1,36%, debido a la poca industrialización; los investigadores Serafín *et al.* (2017), obtuvieron resultados de la huella ecológica una vez realizado el cálculo, la cual arroja que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el de alimentos y productos energéticos y una huella ecológica global fue de 4,0012 ha por persona, siendo la vivienda e infraestructura construida de la zona metropolitana siendo la tercera subhuella con el valor más alto; asimismo, para calcular la huella ecológica.

Estimación de la Huella Ecológica

A continuación se muestra la huella ecológica, de acuerdo con las sumatorias de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, lo que generó un valor de 5,908 ha/per de huella ecológica del estado Barinas, siendo la subhuella pecuaria la de más alto valor, con 5,347 ha/per (90,50 %), seguida de valores bajos, como la subhuella pesquera con 0,304 ha/per (5,15 %), luego la subhuella de carbono con 0,167 ha/per (2,83 %), seguida de la subhuella agrícola con 0,057 ha/per (0,97 %), la subhuella de infraestructura con 0,028 ha/per (0,47 %) y la del más pequeño valor la subhuella forestal con 0,005 (0,08 %) (Ver Figura 14).

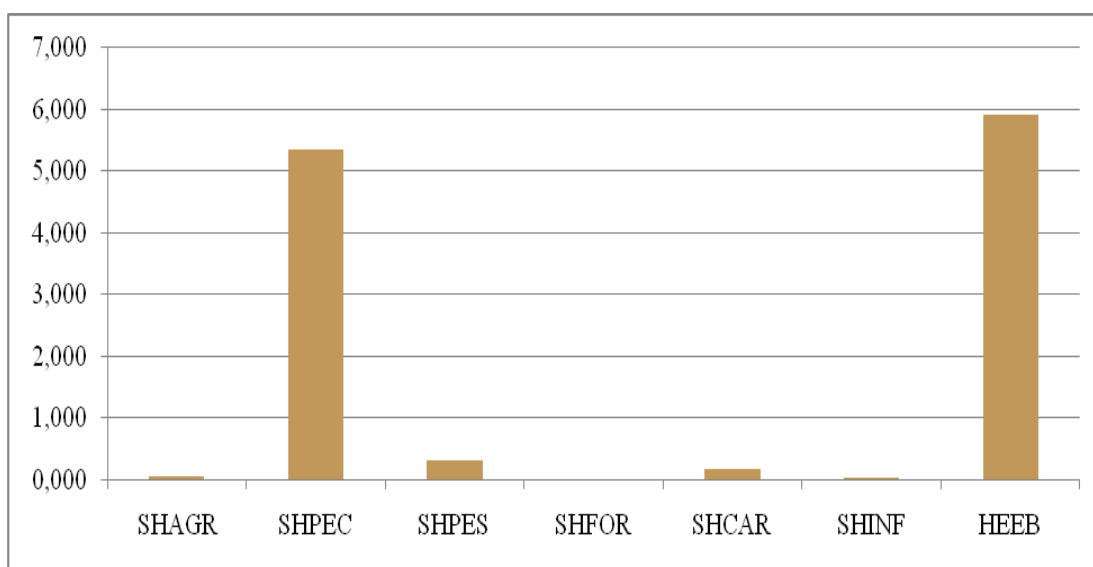


Figura 14. Subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura del estado Barinas (2018).

Los valores de huella ecológica del estado Barinas (HEEB) dio un valor de 5,908 ha/per, lo que resulta inferior a los resultados presentados por Freire (2017), el cual obtuvo resultados de la huella ecológica total en la fase de urbanización por la utilización de maquinarias y mano de obra de un valor de 508,483 hag; así como por edificación, obtuvo una huella ecológica total de de un valor de 2.168,336 hag. Asimismo, al comparar la huella ecológica con Gareis (2016), quien obtuvo que la estimación integral de la huella ecológica del Partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata presenta resultados donde se observa una demanda de 513.058,38 ha totales por parte de la población que habita el Partido en estudio (considerando a los turistas).

Asimismo, se obtuvo que el habitante del Partido de General Pueyrredon (considerando en los cálculos a la población turística) se apropia de 0,031 ha a los fines de habitar, obtener servicios y desarrollar sus actividades urbanas (ambiente construido); además, la población local (más turistas) requiere de un área impermeabilizada de 0,019 ha/cap. Con respecto al trabajo de la huella ecológica (HE), realizado por Bulege (2016), la huella ecológica estimada del departamento de Junín - Perú al 2016 es de 1,167 hag, el mayor porcentaje de la población de la zona

urbana de la ciudad de Huancayo (25,59 %) tiene una huella ecológica entre 0,585 a 0,779 hag/per cápita.

De acuerdo con Pérez *et al.* (2019), en su artículo sobre el Cálculo de la Huella Ecológica en el municipio Provincia Villa Clara, Cuba, donde los resultados del cálculo de la huella ecológica total (HET) del municipio Provincia Villa Clara para el año 2013, arrojó un valor de dio un valor de 0,660 ha/cap/año. Los investigadores Serafín *et al.* (2017), obtuvieron resultados de la huella ecológica global una vez realizado el cálculo, fue de 4,0012 ha globales por persona, arroja que cada habitante de la zona metropolitana utilizó 1,4331 ha de terreno para el consumo de alimentos y productos energéticos. También, Muñiz *et al.* (2016), los barrios estudiados presentan una densidad neta media de 149 hab/ha; en contraste, la densidad más alta se eleva a 426 hab/ha. La huella ecológica per cápita de los barrios con una elevada renta per cápita es aproximadamente el doble de la correspondiente a los barrios con una baja renta per cápita.

Según estudios realizados por el Fondo Mundial para la Naturaleza ([WWF], 2012) través de datos suministrados por la Global Footprint Network (GFN, 2011; 2014-2016), Venezuela para el año 2011, ocupaba el quincuagésimo tercer (53er.) lugar de los países con mayor huella ecológica, al comparar esta información con estudios anteriores se evidencia un descenso en la biocapacidad por parte de la población venezolana, ya que según datos aportados por Ewing *et al.* (2009) ocupaba el quincuagésimo noveno (59no.) lugar, y para el año 2007 el quincuagésimo cuarto 54to.; por lo tanto, lejos de ser la antedicha clasificación alentadora, por el contrario, es preocupante ya que se evidencia que de los 149 países en los cuales el GFN posee datos, se manifiesta el paulatino incremento de la huella ecológica por parte de la población venezolana.

Siguiendo con el GFN (2011; 2014-2016), de los 21 países analizados de América Latina en el 2008, por el WWF (2013), Uruguay alcanzó la mayor huella

ecológica con 5,08 hag/per, seguida por México con 3,30 hag/per, Chile con 3,24 hag/per y Venezuela ocupó el cuarto (4to.) lugar con 3,02 hag/per; en tanto, que la biocapacidad de Bolivia ocupó en primer lugar con 18,39 hag/per y Venezuela en noveno (9no.) lugar con 3,0 hag/per. Ahora bien, Venezuela con el valor de la huella ecológica de 3,02 y biocapacidad de 3,00 hag/hab, lo que significa que está ligeramente excedida en su biocapacidad y pareciese que la tendencia es creciente, ya que presenta un déficit de la Huella de 0,02, que pudiera parecer pequeño; sin embargo, esto equivale que ya se necesita otro territorio similar a Venezuela para que se pueda vivir con calidad de vida, es decir, los recursos que se consuman sean degradados por el entorno.

Aún cuando para la categoría agua los resultados son diversos entres sí, se encontró que las tres poblaciones analizadas correspondieron al tipo de huella debil, sin embargo, la carrera de Estudios Ambientales presentó menor consumo del recurso obteniendo un valor de 4,81; luego con un valor de 6,38 la Psicología presentó mayor consumo del recurso; mientras que Ciencias Jurídicas obtuvo el mayor valor de las poblaciones, el cual fue de 8,00.

Determinación de la Biocapacidad

Para el cálculo de la biocapacidad también se utilizó el operador matemático denominado sumatoria, la cual está representada por la letra griega sigma mayúscula (Σ) que permite representar de manera abreviada sumas con muchos sumandos, con un número indeterminado de ellos, representado por alguna letra o por infinitos sumandos. Los sumandos de una sumatoria se expresan como una variable, habitualmente x , y o z , cuyos valores dependen de un índice, usualmente i , j o k , que toman valores enteros. El índice empieza tomando el valor que aparece en la parte inferior de la sumatoria y se va incrementado en una unidad hasta llegar al valor que aparece en la parte superior de la sumatoria.

Ahora bien, para el cálculo de la biocapacidad (BC) es el territorio con que cuenta el estado, siendo la capacidad de un área específica biológicamente productiva que generar un abastecimiento regular de recursos y de absorber los desechos resultantes de su consumo, a la cual hay que restarle el porcentaje de la biodiversidad (Rees and Wackernagel, 1996). También, para ello se utilizó el programa ArcGIS desarrollado Esri y Microsoft Office Excel 2007. Para la biocapacidad (BC) se utiliza la sumatoria de las superficies cultivadas, pecuarias, pesqueras y forestales aprovechadas, las áreas construidas con infraestructura, a los cual se le resta la superficie disponible dividido entre la población, y a este resultado se le resta el 12 % de la biodiversidad, que equivale al 12 % del territorio del estado Barinas (Ver Tabla 17 y Anexos 27 y 28).

Tabla 17.

Cálculos realizados para la estimación de la biocapacidad del estado Barinas, año 2021.

Tipologías	Superficie Utilizada (ha)	Biocapacidad (ha/per)
Agrícola	77.356	0,082
Pecuaria	2.957.769	3,135
Pesquera	9.412,51	0,010
Forestal (Bosques aprovechados)	11.949,75	0,013
Infraestructura	25.504,18	0,027
Superficie disponible	15.588,18	0,017
Subtotal	3.082.011,82	5,284
Menos (-) 12 % Biodiversidad	422.400	0,448
Total		4,836

Así pues, se obtuvieron los valores de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, a las cuales se les resto la biocapacidad, con el fin de obtener el déficit o superávit, de lo cual se desprende que las subhuellas agrícola y forestal obtuvieron superávit; mientras que las subhuellas pecuaria, pesquera, de carbono y de infraestructura presentaron déficit (Ver Tabla 18 y Anexos 29 y 30).

Tabla 18.

Comparación entre las subhuellas y las biocapacidades del estado Barinas, año 2021.

Subhuellas (SH)	Valores de las SH (ha/per)	Biocapacidad (ha/per)	Déficit (-) / Superávit (+) (ha/per)
Agrícola	0,057	0,082	+0,025
Pecuaria	5,347	3,135	-2,212
Pesquera	0,304	0,010	-0,294
Forestal	0,005	0,013	+0,008
Carbono	0,167	0,002	-0,165
Infraestructura	0,028	0,027	-0,001

La huella ecológica arrojó un valor de 5,908 ha/per, mientras que la biocapacidad fue de 4,836 ha/per, lo que equivale a que existe un déficit ecológico de 1,072 ha/per, es decir, la huella ecológica está por encima de la biocapacidad, lo que indica que en para el año 2018 el desarrollo de estado Barinas es insustentable; ya que como puede verse en la Tabla 18, sólo son sustentables las subhuellas agrícola y forestal, aunque esta última, tampoco debería ser sustentable, puesto que no se consiguieron datos de los consumos de papel y cartón, así como los valores forestales no son completos, dado que no se lleva una data de los remanentes de los bosques nativos (Ver Figura 15).

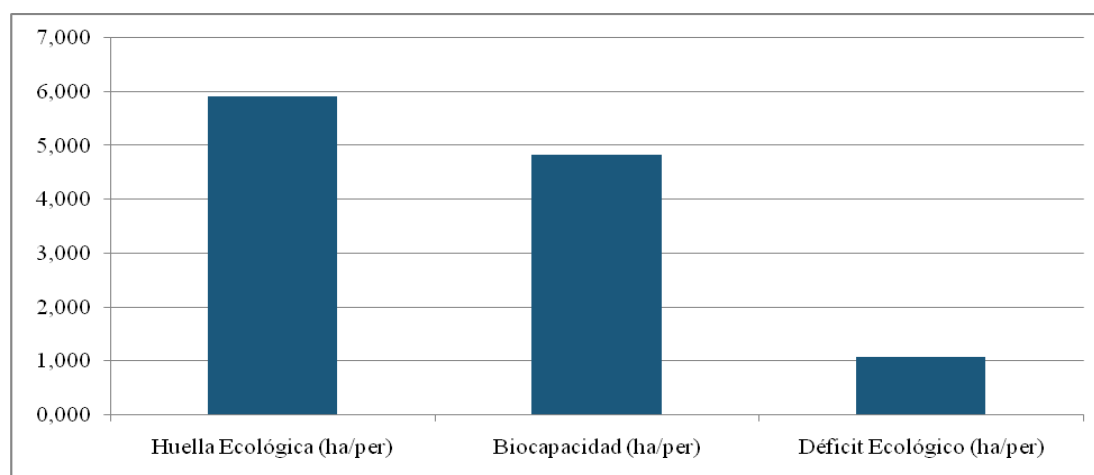


Figura 15. *Huella ecológica, biocapacidad y déficit ecológico del estado Barinas (2018).*

Se tiene que la subhuella de energía (SE) fue de 0,0799 ha/cap/año lo que representa el 12,11 % en la HET, donde el portador energético de mayor incidencia es la electricidad, con 73,06 %, ya que en este rubro se consideran los consumos de los organismos, más el consumo de la zona residencial. Mientras que el territorio tiene una subhuella de cultivos (SC) fue de 0,2885 ha/cap/año, que representa el 43,69% en la HET, siendo las producciones de cereales son las de mayor incidencia, con una HE de 0,2332 ha/cap/año, que representa el 80,84%, influyendo el consumo de arroz con 70,475 %. El cálculo de la subhuella de pastos (SP) La SP es de 0,1465 ha/cap/año, con un 22,19 % en la HET, siendo el de mayor incidencia el consumo de carne porcina, con 40,55%.

Mientras que el cálculo de la subhuella de mar (SM) fue de 0,0026 ha/cap/año, lo que representa 0,4 % de la HET, con el principal aporte es el consumo de pescado fresco, con el 98,54 % en la HET, dado que lo aportado por el pescado embasado, mariscos y otros alimentos es muy bajo. En tanto que el cálculo de la subhuella de bosque (SB) la SB es de 0,0066 ha/cap/año, con un 1,006 %, siendo el mayor aporte la leña con 98,41 %, con el papel con el consumo más bajo con 0,112 %. Ahora bien, el cálculo de la subhuella de superficie construida (SSC) fue de 0,136 ha/cap/año, con 20,72 %, con el mayor aporte en los asentamientos poblacionales, con 26,89 %, siendo las construcciones ocupadas por vertederos son las de menos contribución, con el 0,035 %, seguido de las industrializadas con 1,36%, debido a la poca industrialización.

Por lo tanto, al comparar las huellas ecológicas calculadas o estimadas por Gareis (2016), Bulege (2016), Pérez *et al.* (2019), Serafín *et al.* (2017), Muñoz *et al.* (2016) y GFN (2011; 2014-2016), con huellas ecológicas de 1,86 ha/hab, 1,067 hag/per cápita/año, 0,6603 ha/cap/año, 4,0012 hag/per, 0,106 ha/hab y 3,02 hag/per, respectivamente; Gareis (2016), Gareis (2016), Serafín *et al.* (2017) y GFN (2011; 2014-2016), estuvieron por encima que la huella ecológica estimada en esta

investigación; en tanto que Bulege (2016), Pérez *et al.* (2019) y Muñiz *et al.* (2016), estuvieron por debajo del valor de la presente huella ecológica (Ver Figura 16).

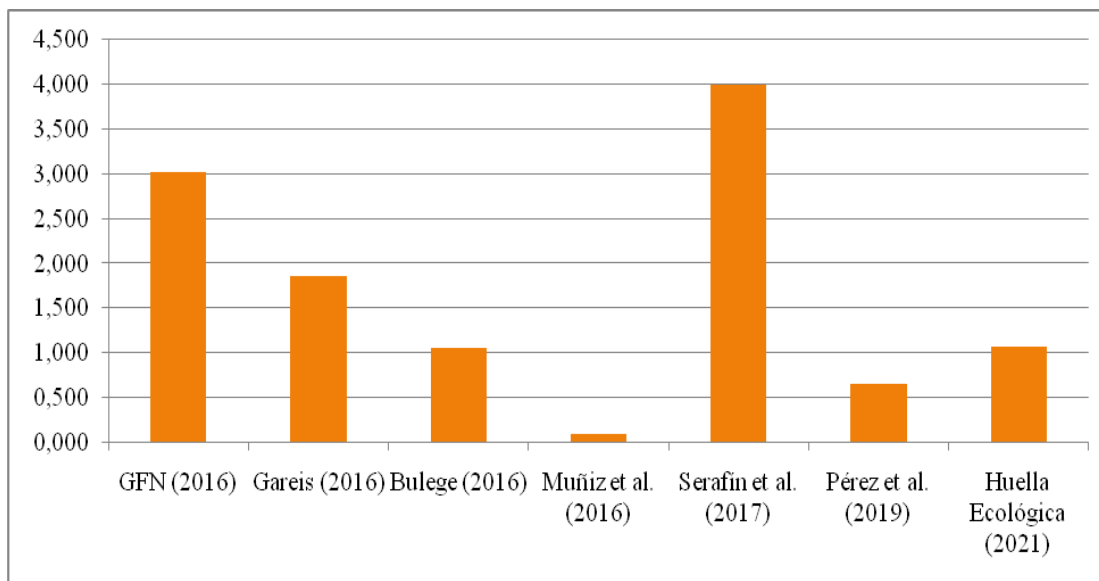


Figura 16. Comparación entre las huellas ecológicas de otros autores con la huella ecológica del estado Barinas (2018).

CAPÍTULO V

ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LA HUELLA ECOLÓGICA DEL ESTADO BARINAS EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

Presentación

Los aportes teóricos van en correspondencia con el criterio de que el proceso de investigación implica construcción de conocimientos, ya que este capítulo se desprende de los resultados hallados por el investigador en la presente tesis doctoral sobre la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, por lo tanto, se deben y se tienen que generar nuevos aportes en la estructuración y funcionamiento de las estrategias para disminuir la huella ecológica e incrementar la biocapacidad, a través de una representación de la complejidad y multiplicidad de la realidad emergente ambiental que presenta el estado y todos sus municipios, por medio de una propuesta desde el punto de vista de la transdisciplinariedad. Así pues, es necesario generar estas estrategias de manera específica, eficientes y eficaces para cada una de las subhuellas, con el fin de explicar y dar a conocer las pautas subyacentes de los resultados sobre la huella ecológica del estado Barinas.

Con relación al aspecto estructural de los presentes aportes, constituyen el elemento fundamental y de suma importancia de la tesis doctoral, pues son los resultados que se exponen con criterio y análisis como elaboración propia o como aporte original que se desprende de la investigación. Por otra parte, deben considerarse como resultados solo para el año 2018 referidos a las seis tipologías que conforman la huella ecológica, como son las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera,

forestal, de carbono y de infraestructura, puesto que es un tema inagotable y en proceso continuo de indagación e investigación para disminuir dicha huella, dado que se expone a la crítica y al sometimiento de instancias de corroboración de sus elementos esenciales claves. Por lo tanto, en el presente capítulos se exponen el propósito, la justificación, fundamentación y estructuración, los aportes y función y el conjunto de las estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable.

Propósito

En este capítulo el propósito fundamental es el aporte crítico de acuerdo con los resultados de las seis subhuellas ecológicas, es decir, a las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, además de la biocapacidad del estado Barinas; por lo tanto, se identifica los aspectos claves en relación a los valores de las subhuellas, con la finalidad de efectuar una propuesta de políticas encaminadas a la reducción de la huella ecológica e incrementar de la biocapacidad; por tanto, se elaboran estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, durante el año 2018.

Por lo tanto, se presenta un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, con el fin de coadyuvar en la seguridad agroalimentaria de la población, con el fin de aportar pautas estratégicas en el manejo sustentable de la agricultura, la ganadería y de la pesca y la cría de peces; así como realizar el manejo y conservación de los bosques naturales y plantados, con especies tanto nativas como introducidas; además de llevar a cabo una planificar de manera ordenada a corto, mediano y largo plazo de la expansión urbana en el estado Barinas.

Justificación de los Aportes a las Estrategias.

Los aportes de la investigación cuantitativa en la generación de pautas pertinentes para la elaboración de estrategias que involucren posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo de acuerdo a los resultados de déficits obtenidos sobre la huella ecológica en la presente tesis doctoral, cuya finalidad es la generación de nuevos y recientes conocimientos por medio del análisis e interpretación de los resultados para que puedan ser entendidos, comprendidos, canalizados, aplicados y ejecutados en la búsqueda de soluciones concretas, específicas, particulares y que a la vez reflejen la globalidad.

El aporte de esta tesis radica en la información actualizada en la estimación de la huella ecológica y la biocapacidad del estado Barinas, durante el año 2018, puesto que se obtuvo un acercamiento al conocimiento de la problemática socioambiental del estado, y con ello elaborar este conjunto de estrategias en el contexto del desarrollo sustentable para las instituciones responsables de la gestión ambiental, ya que con ello se favorecerá al gobierno de turno local en torno a la toma de decisiones y resolución de conflictos ambientales en favor de la población; por lo tanto, los resultados de la presente investigación están enmarcados en los lineamientos del desarrollo sustentable, con el fin de contribuir en el manejo y conservación en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En el plano estatal a pesar que se han decretado hasta el presente 10 Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) en el estado Barinas, que incluyen Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas de Fauna Silvestre e Hidráulica, así como Zonas Protectoras de cuencas hidrográficas y cuerpos y cursos de agua, están siendo ocupadas ilegalmente, lo que ha traído como consecuencia la deforestación, tala, quema e incendios de la vegetación; la caza ilegal de especies provenientes de la fauna silvestre; además de que los suelos fértiles estén siendo degradados y erosionados por el monocultivo intensivo e inadecuado de acuerdo a la

vocación de los suelos; así como también por la siembra de pastos introducidos para la cría de ganado bovino y bufalino.

Asimismo, en el plano municipal no se respeta la zona protectora de la ciudad de Barinas, y tampoco de las capitales de municipios y centros poblados, ya que la vegetación boscosa y arbustiva prácticamente ha desaparecido por la expansión agrícola y pecuaria, la expansión urbana incontrolada y el aprovechamiento insustentable legal e ilegal de las especies de árboles de vocación forestal, aunado a que ocupan también la zona protectora de ríos, caños y quebradas; por lo que en la temporada de lluvias se observa un número elevado y creciente de damnificados cada año debido a las lluvias, mientras que en la temporada seca proliferan las quemadas e incendios de vegetación en toda la geografía, causado por la preparación de tierras para la siembra de cultivo y el pastoreo de ganado vacuno de forma anárquica y sin una buena planificación.

Así pues, se procedió a recabar datos estadísticos del año 2018 de diferentes instituciones públicas del estado Barinas, referidos a la producción de cultivos agrícolas, producción de animal domésticos, capturas y cría de peces, plantaciones forestales con especies nativas e introducidas, consumo de combustibles fósiles, incendios de vegetación, así como las superficies construidas para viviendas, vías de comunicación para el transporte automotor y cursos y cuerpos de agua, con la finalidad de calcular las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, y con ello estimar la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas.

Fundamentación de los Aportes a las Estrategias.

El ambiente proporciona y suministra variadas fuentes de alimento tanto vegetal como animal, agua superficial y subterránea, suelos productivos y fértiles, fuentes de energía limpias, recursos provenientes de la flora y fauna silvestre,

incluyendo los peces, además de una gran cantidad invertebrados que integran la cadena alimentaria, animales domesticados, árboles frutales, entre otros, para los habitantes en este caso del estado Barinas. Por lo tanto, este capital o patrimonio ambiental lo están deteriorando, contaminando y agotando aceleradamente, por lo que se corre el riesgo inminente que la población se vea afectada directa e indirectamente por todas éstas prácticas insustentables.

Por consiguiente, se elaboran o aportan estrategias como respuesta a las seis subhuellas y por ende a la huella ecológica del estado Barinas, con el fin de adoptar modelos y modos de producción y consumos responsables, sustentables y resilientes, por lo que este reto también está inserto en ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) descritos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (NU) La protección del capital o patrimonio natural del estado Barinas y de los bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas beneficia a las personas tanto como a la naturaleza, ya que en un entorno natural debilitado y destruido, es mucho menos probable de construir un futuro equitativo, justo y próspero para disminuir la pobreza y mejorar la salud de la población.

Los recursos naturales que posee el estado Barinas, se sustentan en la diversidad biológica, ya que suministran cantidad y calidad de bienes y servicios necesarios y esenciales, entre ellos el aporte de oxígeno y absorción de carbono, suelos fértiles, disponibilidad de agua limpia, conservación de la flora y de la fauna silvestre, el disfrute de las bellezas escénica, entre otros, los cuales se convierten en los pilares fundamentales de la población, pero la biodiversidad está desapareciendo a un ritmo acelerado, debido a la poca o nula acción de los organismos competentes en su protección, como es el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPEC), el Ministerio del Poder Popular de Atención a la Aguas (MPPAA), la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (FANB) y otros.

En consecuencia, si se continúa con esta forma de aprovechar los recursos naturales de manera insustentable, podrían consumirse sin que pobladores del estado Barinas se percaten conscientemente de las acciones sobre el ambiente, dado que la falta de información sobre esta grave realidad podría explicar la escasa inclinación de la población para exigir cambios en la producción que favorezca la sustentabilidad, ya que en otros países existen herramientas para medir el impacto de la vida cotidiana sobre el territorio, que generalmente son software que contienen una serie de algoritmos para favorecer el cálculo.

Los barineses y por ende los venezolanos en la actualidad no tienen suficiente conciencia y sensibilidad de saber que la huella ecológica causada por los impactos ambientales que sus prácticas cotidianas generan sobre su territorio, especialmente sobre los suelos, las aguas, el aire, y la flora y fauna de los que se sirven para su desarrollo económico, social y político, por lo que hasta los momentos no se cuenta con una herramienta sencilla y práctica que permita analizar y evaluar con detalle el estilo de vida de los habitantes de este estado y del país en general desde la perspectiva ambiental.

Importancia de los Aportes a las Estrategias.

Se presentan los valores de las subhuellas de alimentos, compuesta por las subhuellas agrícola, pecuaria y pesquera, con el propósito de encontrar propuestas y posibles soluciones viables a la problemática agroalimentaria que vive el estado Barinas y también toda Venezuela. También se presenta el valor de la subhuella forestal, con el propósito de restringir el aprovechamiento comercial de especies de árboles nativos que todavía se encuentran en los relictos de bosques naturales, puesto que se debe impulsar son las plantaciones de especie forestales introducidas, con el fin de mantener un aprovechamiento continuo en el espacio y en el tiempo y disminuir la presión sobre las especies nativas. Con respecto a la subhuella de carbono, se debe efectuar la prevención y el combate de incendios de vegetación en

toda la geografía, haciendo hincapié en las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial. En relación a la subhuella de infraestructura, se debe atender lo antes posible la expansión urbana de manera anárquica, y por ende de los 12 municipios y 54 parroquias del estado Barinas.

Descripción de los Aportes a las Estrategias.

Se describe la importancia de los valores de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, con el fin de aportar estrategias a la problemática agroalimentaria que presenta y vive el estado Barinas, así como de aportar un conjunto de estrategias para el aprovechamiento sustentable por medio de las especies de árboles nativos e introducidos de manera selectiva, para evitar que se continúe con la expansión agrícola y pecuaria; así como la vigilancia permanente de las zonas protectoras de río, caños y quebradas; como también la prevención y el combate de incendios de vegetación a corto, mediano y largo plazo; además de prevenir, atender, restringir y controlar la expansión urbana de municipios y parroquias del estado Barinas, en áreas o zonas no aptas para las mismas, como la construcción de vías de penetración sin los permisos y autorizaciones correspondientes, incluyendo lagunas para la cría de peces en tierras de vocación agrícola; por tanto se analizan las subhuellas para proponer los aportes correspondientes.

Aportes a la Subhuella Agrícola.

Al analizar la subhuella agrícola que dio un valor pequeño de 0,057 ha/per, es decir, el 0,97 % de la huella ecológica del estado Barinas, la cual arrojó un valor de 5,908 ha/per, lo cual indica que prácticamente al estado solo por el momento le causa un daño pequeño al ambiente debido a la siembra de algunos rubros, por lo tanto, se debe mejorar en este caso la selección de los cultivos y las superficies, como son el cultivo de yuca, maíz y plátano, que son los que aportaron mayor valor a la subhuella

agrícola. Ahora bien, esto se debe a la falta de planificación de qué cultivos y cuántas hectáreas se tienen que sembrar anualmente, con el fin de coadyuvar en el rendimiento, la diversificación y mejora de toda la cadena productiva que tiene que ver con la actividad agroalimentaria del estado Barinas (Ver Anexo 31).

Por lo tanto, la subhuella agrícola, a pesar de presentar un valor bajo, ya que estuvo en la escala de menor a mayor, del cuarto (4to.) valor más alto de la huella ecológica, aunque no quiere decir que hace menos daño a la huella ecológica, ya que para la elaboración de esta tesis doctoral no se pudieron conseguir los datos estadísticos de los productos alimenticios que se importan y exportan, como tampoco los que se venden y se adquieren de otros estados de Venezuela para el consumo de la población. Es por ello, que debe elaborar y ejecutar una planificación estratégica que defina los cultivos que deben sembrarse, las áreas destinadas para tal fin y las superficies correspondientes, de acuerdo a la vocación agrícola de los suelos, a la existencia de semillas certificadas, a los fertilizantes y agroquímicos disponibles, así como cubrir la demanda de alimentos vegetales de los habitantes del estado Barinas.

Aportes a la Subhuella Pecuaria.

Con respecto al análisis de la subhuella pecuaria que dio un valor muy alto de 5,347 ha/per, es decir, 90,50 % de la huella ecológica del estado Barinas, la cual arrojó un valor de 5,908 ha/per, lo que indica que esta huella le causa prácticamente al estado un daño muy elevado y costoso al ambiente, debido a los productos pecuarios, dado que arrojó un valor de 4,957 ha/per de la subhuella parcial de rubros pecuarios, siendo el mayor aporte la producción de leche y queso de ganado bovino, con 4,860 ha/per; mientras que la subhuella parcial pecuaria arrojó solo un valor de 0,390 ha/per, siendo el producto pecuario de alimento porcino el de mayor aporte a la subhuella parcial de rubros pecuarios, con un valor de 0,20728 ha/per, en tanto que la carne de ganado bovino fue de 0,178607 ha/per.

Así pues, es sumamente necesario disminuir la superficie dedicada a la cría de ganado bovino de doble propósito para la producción de carne y leche, dado que para la siembra de pastos introducidos se tienen que deforestar áreas que se encontraban bajo bosques, incluyendo las zonas protectoras de cursos de aguas como ríos, caños y quebradas, así como zonas protectoras de embalses y lagunas naturales, lo que trae como consecuencia la degradación y erosión de los suelos; por tanto, se deben y tiene que recuperar un porcentaje de esas áreas e incorporarlas nuevamente a lo que fueron anteriormente, con reforestaciones y plantaciones de especies de árboles forrajeros que les aporte alimento y refugio al ganado en la temprada seca, que protejan los suelos de la erosión, que conserven el agua, les sirvan a la fauna silvestre como sitios de alimentación, reproducción, refugio y descanso (Ver Anexo 32).

Asimismo, se debería y se tendría que tomar medidas urgentes a corto plazo para restringir la incorporación de nuevas tierras a la cría de ganado bovino de doble propósito, así como la introducción de ganado bufalino en tierras no aptas para tal fin, ya que estos animales arrasan con todo el material vegetal existente, aunado a ello, se debe retomar las medidas expuestas en el Decreto N° 3.022 de fecha 03-06-1993, sobre las Área de Reserva de Medios Silvestres, que expresa que los predios menores de 100 ha, los que van entre 101 ha y 1.000 ha y los mayores de 1.000 ha, están en la obligación de preservar el 10 %, el 15 % y el 120 % de la vegetación natural como área de reserva de medios silvestres.

Aportes a la Subhuella Pesquera.

La subhuella parcial de rubros fluviales, es decir, el pescado capturado en los ríos para la venta comercial, arrojó un valor de 0,302 ha/per, lo que representa el 99,34 % de la subhuella pesquera, siendo los rubros de mayor aporte a esta subhuella el Bagre doncella y el Bagre yaque, la Guabina y el Curito; y en tanto la subhuella parcial de rubros piscícola, es decir, el pescado criado en lagunas, arrojó un valor de

0,002 ha/per, lo que representa solo el 0,66 % de la subhuella pecuaria, siendo los rubros con el mayor aporte a esta subhuella la especie introducida llamada Tilapia (Ver Anexo 33).

Ahora bien, el aporte de la subhuella pesquera fue de 0,304 ha/per, lo que equivale al 5,15 % del incremento de la huella ecológica, donde se observa que el mayor valor lo da la captura de bagres, que son las especies que deben alcanzar un tamaño de 60 cm en adelante para su comercio, ya que ello permite tener la seguridad que se están o se hayan reproducido, para continuar con la recluta de las especies que los siguen en la cadena de crecimiento. Igualmente a la toma de estas previsiones, se deben proteger los bosques de galería que son la fuente de aporte del material alóctono como semillas, frutos, hojas y flores para la alimentación de las especies frugívoras, folívoras y omnívoras, se vería truncada la cadena de alimentarias y tendería a escasear tanto las especies de peces que son presas como las depredadoras.

También, con respecto a la subhuella pesquera, se debe y se tiene que proteger de manera urgente el sistema de cuencas hidrográficas del estado Barinas, haciendo hincapié en las cuencas de los ríos Santo Domingo, Pagüey, Masparro, Canaguá, Calderas, La Yuca, entre otros, ya que las zonas protectoras por Ley de éstos y demás ríos han sido diezmadas y eliminadas por dueños de fincas, fundo y hatos inescrupulosos, con la anuencia de las autoridades del Ministerio del Ambiente y de la Fuerzas Armadas que son los responsables directos en la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, sin menoscabo de otros organismos públicos (Ver Figura 17).

para el año 2018, ya que la huella ecológica debe estimarse para cada año en particular, y los bosques nativos no se tienen inventariados, por lo que no son manejados de manera sustentable, y es por ello que están desapareciendo de manera sostenida y aceleradamente, y como ejemplos del manejo insustentable se tiene la Reserva Forestal Ticoporo, ubicada en el municipio Antonio José de Sucre, de la cual no quedan bosques en pie; y la Reserva Forestal Caparo, ubicada en los municipios Andrés Eloy Blanco y Ezequiel Zamora, de la cual quedan son relictos de sus bosques naturales; en tanto que las plantaciones están igualmente desapareciendo, ya que no las están reponiendo, por lo que al calcular una nueva subhuella forestal, de seguro irá *in crescendo* debido al aprovechamiento insustentable del mencionado recurso.

Así pues, se debe y tiene que prohibir el aprovechamiento de los bosques nativos o de los relictos que quedan, ya que de la forma y manera que se viene haciendo es insustentable, puesto que lo que realizan es una vulgar explotación del bosque, así como una tala selectiva de los árboles de valor comercial, incluyendo los árboles que aparecen en la lista oficial de las especies vedadas, entre ellas Caobo, Cedro, Saquisaquí, Mijao, Pardillo Negro y Acapro. En consecuencia, se tiene que la tala y deforestación de las tierras boscosas por la llamada explotación forestal, son la causa de la cuenta la pérdida de la biodiversidad, incluyendo la desaparición de las especies de flora y fauna silvestre, además de los hábitats y nichos naturales que les sirven de alimentación, reproducción, refugio y descanso, principalmente de especies de los taxones aves y mamíferos.

Por consiguiente, se está extrayendo lo poco que queda en pie de los árboles de las especies nativas como el Samán y el Carocaró, los cuales son árboles forrajeros que les sirven a la ganadería como alimento complementario con alto valor proteínico y de sombra por las altas temperaturas en la temporada seca, pero la madera aserrada de Samán es exportada a China y España, en tanto que la madera aserrada de Carocaró es exportada también a China; mientras que las especies introducidas y cultivadas de Teca y Melina, también aserrada, la primera se exporta para China,

España, Líbano, Italia, India, Pakistán, Estados Unidos, Panamá, México y República Dominicana, y la segunda, también para República Dominicana; de igual manera el Carbón vegetal extraído de la especie introducida Eucalipto se exporta para España. En consecuencia, se exporta solo la materia prima, y no la materia procesada, con el fin de darle valor agregado a este recurso, lo cual generaría nuevos empleos y la entrada de más divisas, para lograr que esta actividad sea de verdad rentable y sustentable (Ver Anexo 32 y 33).

Aportes a la Subhuella de Carbono.

La subhuella parcial de combustibles fósiles arrojó un valor de 0,166 ha/per, lo que representa el 99,40 % de la subhuella de carbono que arrojó 0,167 ha/per, siendo la subhuella parcial de gasolina la que dio el mayor aporte, seguida de la subhuella parcial de energía eléctrica y luego la subhuella parcial e incendios de vegetación; por tanto, se observa que de estos valores, los incendios de vegetación son los causantes de incrementar la subhuella de carbono y por ende la huella ecológica; no obstante, debido a la escasez de combustible y al estar el parque automotor condicionado al ahorro de combustible, los valores fueron relativamente bajos aunado a la pandemia de COVID-19, lo que indica que se debe planificar a corto, mediano y largo plazo, dónde y cuando ocurren los incendios, ya que estos son recurrentes año tras año, especialmente en las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), dado que es donde todavía permanece la masa boscosa más densa, por lo que no tiene que sorprender a las autoridades competentes en la materia, como son los Guardaparques y Bomberos Forestales (Ver Anexo 34).

En este sentido, al prevenir los incendios de vegetación que son la causa daños incalculable con pérdida de la biodiversidad, aunado a la erosión de los suelos, al alejamiento del nivel freático de las aguas y al enrarecimiento y contaminación del aire, con la incorporación de gas metano. Asimismo, los bosques incorporan materia orgánica al suelo, producen oxígeno (O) y reducen el dióxido de carbono (CO₂)

gracias a la fotosíntesis, por lo que la destrucción de los bosques disminuye el O₂, eleva la acumulación de CO₂ en la atmósfera y en consecuencia acentúa en el denominado efecto invernadero; ya que tan solo en Sudamérica se estima que entre el 2000 y 2010 se perdió casi 64 millones de hectáreas forestales, esto represento el 7 % de su superficie forestal de la región (FAO, 2009). Aun más alarmante es saber que en 1959 un 30 % del planeta estaba cubierto por bosques, y para 1975 tal porcentaje se había reducido a un 12 % y, para el año 2000 apenas quedaba alrededor de un 8 %.

Aportes a la Subhuella de Infraestructura.

Los resultados de la subhuella de infraestructura arrojaron un valor de 0,028 ha/per, siendo la subhuella parcial de áreas urbanizadas la que aportó el mayor valor, luego le siguió las vías de comunicación, y posteriormente la subhuella parcial de los cuerpos de agua. Esta subhuella es la tercera en incrementar la huella ecológica a la población del estado Barinas; por lo tanto, para disminuir la subhuella de infraestructura y no permitir que se siga incrementando, se debe y se tiene que atender lo antes posible la expansión urbana de manera anárquica por la construcción de barrios y viviendas aisladas sin planificación, debido a las invasiones de tierras en el estado Barinas, y por supuesto en los municipios y parroquias, ya que es la causa de la desaparición de los suelos fértiles para el cultivo de los diferentes rubros agrícolas y de áreas o zonas donde se encuentran acuíferos confinados (Ver Anexos 35, 36, 37 y 38).

Con respecto a la subhuellas infraestructura, la cual arrojó el 5to. valor, con el 0,028 % de huella ecológica, por lo que debe y tiene que controlar el llamado crecimiento sin desarrollo sustentable, dado que solo persigue el bienestar económico a toda costa, aún cuando disminuye la calidad de vida; mientras el que el desarrollo sustentabilidad busca el equilibrio entre lo ecológico, económico, social y político. También, la construcción anárquica de urbanizaciones y barrios y por ende el crecimiento poblacional, se vincula el mal uso y derroche de los recursos, esto se

manifiesta principalmente por la contaminación por las fuentes de energía como la proveniente de los combustibles fósiles como la gasolina, el gasoil y el gas licuado de petróleo (GLP); y la energía eléctrica.

Como el planeta no puede crecer con el aumento poblacional mezclado con malas prácticas de uso de recursos, es el principal factor que disminuye la calidad socioambiental de los individuos. Hasta el siglo XV la población mundial no superaba los 500 millones de habitantes, en el año 1830 ya alcanzaba los 1.000 millones de personas, y cien años después, en 1930, ya se había duplicado la población alcanzando los 2.000 millones. Para duplicarse otra vez solo hicieron falta 45 años, es decir, para 1975 ya se alcanzaba la cantidad de 4.000 millones; tal tendencia vertiginosa ha continuado, y para el año 2010 ya superábamos los 6.500 millones, y aunque algunos países están en una fase de crecimiento nulo, se estima que en el 2033 se llegue a los 9.000 millones de habitantes.

Propuestas como Aportes al Conjunto de Estrategias para Disminuir la Huella Ecológica del Estado Barinas

1. Se debe efectuar un programa de siembra con cultivos agrícolas, a corto, mediano y largo plazo, con una planificación para tener acceso a las semillas, fertilizantes, agroquímicos y combustibles, para cubrir la demanda de alimentos vegetales de la población del estado Barinas, así como de otros estados; por lo que no se deberían dedicar más tierras a la actividad agrícola, además de restringir las ya existentes de siembra de cultivos de ciclo corto por vocación de los suelos.
2. Asimismo, se debe realizar una planificación para estimar el número de animales necesarios para la cría de ganado bovino y bufalino de doble propósito, con un manejo sustentable de la carga animal, incluyendo plantaciones de árboles forrajeros, con el fin de alimentar con proteína animal y de leche y queso a la población de estado Barinas, para cubrir la demanda de los habitantes de otros

estados, con el fin de restringir la incorporación de nuevas tierras para la producción pecuaria.

3. También, se deben vigilar y controlar los ríos donde se efectúa la pesca comercial, para con ello preservar las zonas protectoras de los cursos de agua, así como se deben mejorar los métodos y artes de pesca, con el fin de controlar la extracción de los peces con fines comerciales, con el propósito de que se cumplan las tallas de longitudes mínimas de capturas de los ejemplares de peces tanto de piel como los de escamas; además de incentivar la cría intensiva de peces en lagunas construidas con fines comerciales.

4. Ahora bien, se debe implementar una política para la creación e instalación de bosques productivos e incrementar las plantaciones con especies nativas e introducidas de vocación forestal, árboles frutales y especies ornamentales, con la finalidad de proteger los bosques nativos, para con ello solo aprovechar las especies plantadas, ya bien sean nativas o introducidas, con preferencia en éstas últimas.

5. Así pues, con la protección de los bosques, se lograría la captura de dióxido de carbono (CO₂) y producción de oxígeno (O), aunado a ello, se deben controlar las emisiones debido a los combustibles fósiles con eficiencia energética, donde los vehículos estén en buen funcionamiento para evitar la contaminación atmosférica; además de prevenir la protección debidamente de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y de decretar otras nuevas, como por ejemplo, la creación del Refugio de Fauna Silvestre, Reserva de Pesca y Zona Protectora Río Suripá, así como decretar Áreas Naturales Protegidas (ANAPRO) en los municipios para crear pequeños pulmones vegetales.

6. De igual manera, debe haber una política coherente con respecto a la construcción de nuevas urbanizaciones, ya que la planificación urbana debe y tiene que ser con criterios de sustentabilidad, para que los urbanistas puedan reducir la huella ecológica de la capital del estado Barinas y de las capitales de los 12 municipios, pensando en la utilización e instalación de paneles solares fotovoltaicos y de construir biodigestores, para limitar y controlar la expansión del suelo en urbanismos, ya que el suelo edificado viene a sumar huella ecológica de una

población, dado que la ciudad compacta se manifiesta como más aconsejable y vivible que la ciudad difusa.

7. Igualmente, se deben cerrar los ciclos del agua, con separación de aguas blancas, grises y negras y su adecuada gestión y depuración, con el objeto de reducir las necesidades de agua limpia y depurada para todos los usos urbanos, y de esta forma reducir la presión sobre este ciclo que ejercen las zonas urbanizadas; ya que existen numerosos ejemplos de ordenación y mejoramiento de barrios y conjuntos residenciales, que reutilizan el agua y establecen una calidad diferenciada para cada uso.

8. De igual forma, se deben usar energías renovables para el transporte público con la incorporación de vehículos eléctricos; además de utilizar bombillas ahorradoras para el sistema de alumbrado de calles, puesto que el consumo de energías no renovables agota la energía almacenada y aumenta la huella ecológica de la ciudad de Barinas.

9. La Gobernación del Estado Barinas está facultada por Ley y obligada a otorgar las Autorizaciones de Ocupación del Territorio (AOT) en todo el estado, así como de revisar y actualizar de manera urgente el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB), para con ello evitar la anarquía en la construcción y funcionamiento de las empresas que necesitan instalarse en este estado.

10. La Alcaldía del municipio Barinas debe actualizar el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) del municipio, asimismo los demás Alcaldes de los 11 municipios restantes están en la obligación de elaborar y/o actualizar sus Planes de Desarrollo Urbano Local (PDUL), para con ello otorgar como debe ser las Autorizaciones de Conformidad de Uso (ACU).

11. Los municipios deben tener competencia para decidir sobre las Autorizaciones de Afectación de Recursos Naturales (AARN) en sus áreas rurales, ya que esta competencia no debería ser exclusiva y solo del Ministerio del Ambiente.

12. Mientras que los centros poblados de mayor población, es decir, las parroquias con más habitantes, deben elaborar los llamados Esquemas de

Ordenamiento Sumario (EOS), donde incluyan por lo menos las poligonales urbanas y rurales; así como la elaboración de planes especiales y ordenanzas de zonificación.

13. También se debe incrementar la biocapacidad del estado Barinas, con solo aumentarla en la práctica al dedicar no el 12 %, sino el 15 % de biocapacidad, es decir, áreas ocupadas solo por bosques para la producción de oxígeno y la captura de dióxido de carbono, incluyendo otros servicios ambientales, como sería producción de miel de abejas a través de la protección de áreas boscosas, así como el aprovechamiento de los productos forestales no madereros (PFNM).

14. De igual forma, se debe reducir, reutilizar y reciclar al máximo todos los materiales sólidos, para usarlos como materia prima secundaria en otros procesos industriales o constructivos, es decir, convertir los residuos en materia prima de otro proceso secundario industrial o de construcción; puesto que de esta forma, desde el punto de vista de la huella ecológica se obtiene una doble ventaja, ya que por un lado entran menos materiales que reducen la huella, y por el otro, disminuyen los residuos sólidos.

15. Además, se debe elaborar abono orgánico o compost con los residuos procedentes de todos los residuos vegetales de origen doméstico, para abonar las plantas de parques y jardines públicos o de espacios mancomunados; también con un doble efecto de eliminar residuos que van al vertedero convencional o relleno sanitario, y por otro lado, producir fertilizantes naturales para el abono agrícola.

Por otra parte, el desarrollo sustentable representa un esfuerzo continuo en el espacio y en el tiempo por mantener integrado y equilibrado en vez de los tres pilares, se sugiere que se debería incorporar otro para que sean cuatro pilares fundamentales, los cuales serían: el pilar ecológico con la protección ambiental para que sea viable; el pilar económico con la prosperidad financiera y monetaria para que sea rentable; el pilar político con la paz permanente para que sea soportable; y el pilar social con el bienestar para que sea perdurable; todo ello de manera equilibrado, con ética, que sea equitativo y justo, para beneficio de las presentes y futuras generaciones y con ello alcanzar el desarrollo sustentable (Ver Figura 18).

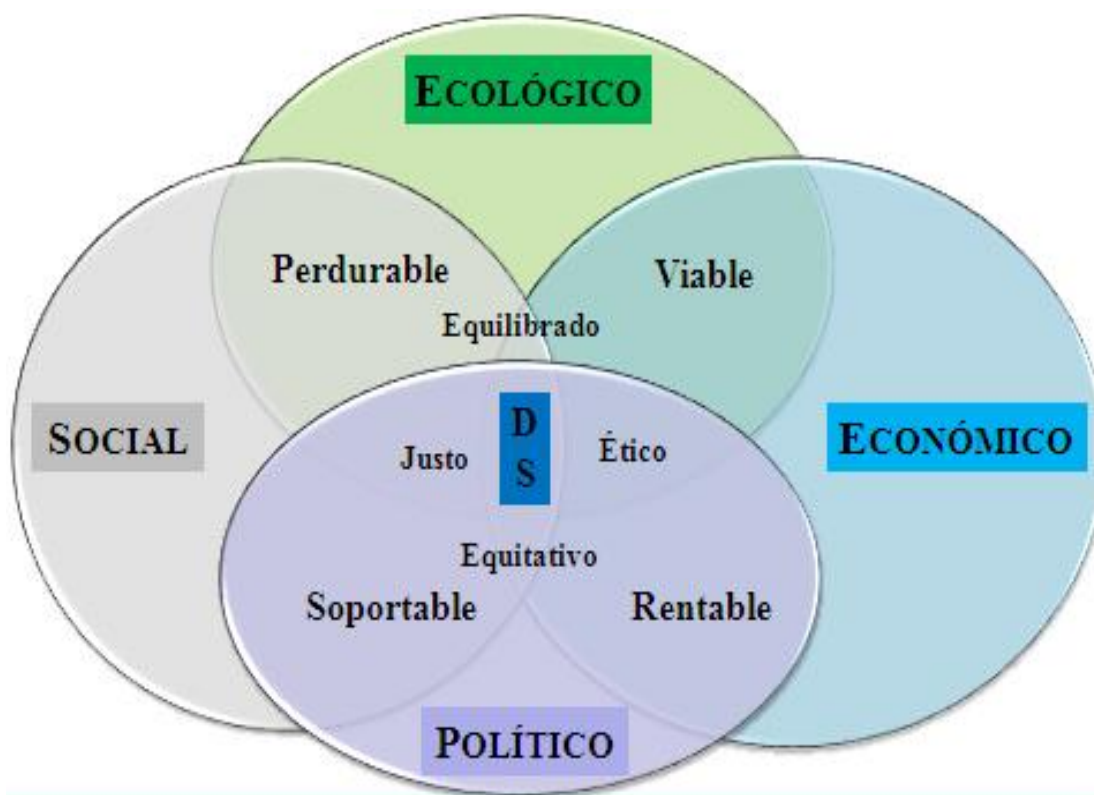


Figura 18. Los cuatro pilares del desarrollo sustentable: ecológico, económico, político y social (UN, WCED, 1987), con modificaciones.

Contribución de la Huella Ecológica con Ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2017)

Ahora bien, con los resultados de la subhuella ecológica y biocapacidad del estado Barinas, se contribuye con por lo menos en una pequeña parte, siempre y cuando se tome en cuenta estos resultados de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, con ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) o Sustentable como se dice en este país (Ver Figura 19).



Figura 19. Contribución con ocho de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible a la huella ecológica del estado Barinas (ODS) (ONU, 2017).

Agua Limpia y Saneamiento (ODS 6)

Con respecto al Objetivo de Desarrollo Sostenible o Sustentable N° 6, que es el garantizar la disponibilidad y la gestión sustentable del agua y el saneamiento de todos los habitantes, en este caso del estado Barinas, sería posible siempre y cuando se contribuya con la protección de los bosques nativos y los bosques plantados que se encuentran ubicados en zonas protectoras, por lo que es urgente y sumamente necesario la protección y el restablecimiento hasta donde sea posible, con el manejo y conservación integral del sistema de cuencas hidrográficas, incluyendo las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y los ecosistemas relacionados con la producción de agua como los humedales, los bosques nublados, ríos, caños, quebradas, lagunas y los acuíferos confinados y libres.

Energía Asequible y No Contaminante (ODS 7)

En relación con el ODS N° 7, que es tener acceso a una energía limpia, asequible, fiable, sustentable y moderna para todos los habitantes del estado, con el propósito de ayudar a evaluar la contribución de los bosques nativos y plantados protegidos, para garantizar el acceso estatal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, es necesario la prevención, vigilancia y control de la tala y deforestación de árboles y bosques con fines comerciales, así como prevenir las quemas y los incendios de vegetación, además de impulsar la reforestación con especies nativas o autóctonas y las plantaciones con especies introducidas con fines comerciales.

Industria, Innovación e Infraestructura (ODS 9)

Mientras el ODS N° 9, que es el de construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sustentable y fomentar la innovación; es necesario que la madera proveniente de los bosques, debería ser de bosques plantados y no de bosques nativos, que son aprovechados como material para la construcción y elaboración de muebles, por lo que el consumo sería menor de energía que otros materiales como el cemento y el acero, y puede utilizarse en infraestructuras y construcciones provisionales y permanentes relacionadas con la industria maderera del aserrío y las innovaciones tecnológicas en dicha materia.

Ciudades y Comunidades Sostenibles (ODS 11)

En tanto que el ODS N° 11, que es el de lograr promover, en este caso que la ciudad de Barinas y las capitales de los municipios y poblaciones rurales sean inclusivos, seguros, resilientes y sustentables en todo el estado, con la finalidad de ayudar a evaluar la contribución de los bosques nativos y plantados por el aporte de oxígeno, la captura de CO₂, en el mejoramiento del microclima, y por ende de la calidad de vida de sus habitantes, para así redoblar los esfuerzos donde participen

todos los habitantes, con el fin de proteger y salvaguardar el capital o patrimonio natural del estado Barinas.

Producción y Consumo Responsable (ODS 12)

El ODS N° 12, que es el de garantizar modalidades de consumo y producción sustentables, para abordar los problemas como la gestión y el uso insustentable de los recursos naturales, la gestión de los productos químicos y de las sustancias, materiales y desechos peligrosos dañinos para el ambiente, y la necesidad de reducir la generación de basura de origen doméstico no peligrosos y peligrosos en la ciudad de Barinas, la cual es la más golpeada por tener el mayor porcentaje de habitantes, esto debido a la poca recolección, al manejo inadecuado y mala disposición de los residuos y desechos sólidos y las sustancias, materiales y desechos peligrosos.

Acción por el Clima (ODS 13)

Asimismo, el ODS N° 13, que es adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos adversos, para abordar uno de los desafíos contemporáneos que amenazan con socavar los esfuerzos del desarrollo sustentable y de la existencia humana misma; esto tiene que ver con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales potencialmente renovables y no renovables, ya que lo que se viene haciendo es un aprovechamiento insustentable del capital o patrimonio natural de los barineses, causado por un sistema de “explotación” y no de aprovechamiento sustentable de los árboles y del bosque, solo pensando en la parte pecuniaria a corto plazo, y no en la conservación ambiental a mediano y largo plazo.

Vida Submarina (ODS 14)

Este ODS N° 14, que es el de conservar y utilizar sustentablemente es este caso, los ríos, caños, quebradas, embalses y lagunas naturales, incluyendo los

recursos dulceacuícolas para el desarrollo sustentable, con acciones efectivas para reducir la tala y deforestación de las zonas protectoras, ya que desempeñan una función esencial en mantener el flujo de agua permanente, la producción de peces en cantidad y calidad, la protección de las infraestructuras aledañas a los ríos que incluye las vidas humanas, la depuración por contaminación de las aguas servidas e industriales; por tanto, se debe gestionar y proteger los ecosistemas de agua dulce, incluyendo los humedales, se debe respetar las capturas de peces que no cumplan con la talla mínimas de pesca y evitar la pesca en temporada de veda, la cual abarca los meses de abril, mayo, junio y julio de cada año.

Vida y Ecosistemas Terrestres (ODS 15)

Y el ODS N° 15, que es proteger, restablecer y promover el uso sustentable de los ecosistemas terrestres, gestionar sustentablemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación y erosión de los suelos y detener la pérdida de biodiversidad; este objetivo es bastante cuesta arriba, puesto que un porcentaje de los suelos con vocación agrícola y pecuaria, son utilizados para la expansión urbana, por lo que arrasan con los bosques nativos que son protectores de la ciudad por Ley, en este caso el estado Barinas prácticamente ya no cuenta con zona protectora de la ciudad, por consiguiente con la pérdida también de la fauna silvestre, lo que trae emigración e inmigración principalmente de aves que se comportan con plagas, aunque a decir verdad, se debería catalogar como plaga a los humanos, ya que son los responsables y culpables de haberles desaparecido sus hábitats y nichos.

Ventajas y Desventajas Causadas por la Pandemia del COVID-19 para Disminuir o Aumentar la Huella Ecológica del Estado Barinas

Con respecto a las ventajas causadas por la pandemia del Covid-19 para disminuir la huella ecológica del estado Barinas, se tiene el bajo consumo de los combustibles fósiles como de gasolina y gasoil por las restricciones intersemanales,

aunado a la falta del combustible en todo el estado Barinas y de Venezuela, lo que también disminuyó el incremento del dióxido de carbono en la atmósfera, Asimismo, disminuyeron las superficies dedicadas a la agricultura por falta de semillas, fertilizantes y agroquímicos; además, disminuyeron las construcciones de infraestructuras de viviendas. Con relación a las desventajas causadas por la pandemia del Covid-19 para aumentar la huella ecológica del estado Barinas, se tiene que a pesar de la pandemia no disminuyó el aprovechamiento insustentable de los bosques nativos y plantados, además se incrementó de manera alarmante el consumo de leña por la falta de gas licuado de petróleo; así como también la pesca comercial incluyendo varias especies que no cumplen con la talla mínima de captura.

Consideraciones y Reflexiones Finales

El sentido común dice que reconocer un problema es el primer paso para buscar la solución, el segundo es comprender el problema, y el tercero es hacer algo al respecto; por lo tanto, el Informe Brutland (1987), considera que los problemas socioambientales junto con la pobreza, son los retos más importantes a los que se está enfrentando la humanidad en este siglo XXI. No obstante, los problemas socioambientales no surgen del mal funcionamiento de los sistemas ecológicos, sino que son el resultado de las intervenciones antrópicas sobre los suelos, las aguas, el aire, la flora y la fauna, debido al modelo económico industrial del consumismo y desarrollismo que llega hasta la devastación, con la creencia en la capacidad ilimitada de los recursos naturales y, de un sistema político, económico, social y ambiental desigual, en donde los países con mayor pobreza resultan siendo los más afectados y desfavorecidos, aún cuando su huella ecológica es considerablemente menor a las de los países de mayores ingresos.

El esfuerzo global para el sustento se ganará o perderá en las ciudades, en donde el diseño urbano puede influir en el 70 % de la huella ecológica de la gente, ya que las ciudades de alta huella ecológica pueden reducir esta demanda en la

naturaleza grandemente con tecnologías limpias existentes. Mucho de estos ahorros también reducen costos y aumentan el beneficio y hacen ciudades más habitables y resilientes, puesto que la infraestructura urbana por ser de concreto y asfalto son duraderas e influyen en la dependencia y necesidades sobre los recursos naturales, porque destruyen el presente y el futuro de una ciudad agradable para vivir e invertir.

Idealmente la huella ecológica del estado Barinas debería ser menor que su propia superficie biológicamente productiva, es decir, que la extensión de aquellas zonas propias del territorio analizado que son destinadas a cultivos, ganadería, pesca, aprovechamiento forestal, captura de dióxido de carbono y suelos para la construcción, podría decirse que después que el estado produce todo lo que necesita consumir, habría una producción excedente, gracias a la superficie biológicamente productiva que no se ha necesitado usar, y los productos excedentes obtenidos podrían ser vendidos a otros estados que los necesitaran.

Según la ONG Global Footprint Network (GFN, 2012) se consume el equivalente a 1,7 planetas para vivir, y planeta Tierra como se conoce sólo hay uno. Sin concienciación y menos sensibilización de esta situación, a este ritmo de vértigo se acabará con los bosques nativos, se deja a los ríos con menores cauces y menos peces, se disminuye las fuentes de agua subterránea, se incrementa la contaminación ambiental, especialmente en la ciudad de Barinas con la acumulación de basura, lo que incrementa los focos de enfermedades a un ritmo acelerado para el entorno, y se generan más gases de efecto invernadero del que el estado puede absorber, lo que agrava el problema del cambio climático, siendo los más afectados, los más pobres y los individuos en situaciones más extremas de pobreza de todo el estado Barinas.

Así pues, cuando un estado consume más de lo que es capaz de producir, tiene una huella ecológica mayor que su zona biológicamente productiva y está apropiándose de recursos que no le corresponden, por ello se produce el déficit ecológico; además, traslada su contaminación a otras zonas, como hacia aquellas que

producen los recursos que consume. Las estrategias para reducir la huella ecológica definitivamente pasan por compromisos políticos serios y contundentes en los que se asuman las responsabilidades y se tomen medidas concretas, con la participación responsable de las empresas y por cambios en los hábitos individuales de consumo.

Por lo tanto, el valor de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, y por ende de la huella ecológica permiten que los gobiernos conozcan la demanda sobre el patrimonio natural, en este caso del estado Barinas, y comparen esta demanda con la biocapacidad. Es por ello que la huella social (HS), de acuerdo a Nuemark *et al.* (2012), por tener un impacto medible y cuantificable, como son los valores de las subhuellas dejan en la sociedad por razones de sus actividades, en diversos ámbitos que afectan muchas veces las posibilidades del desarrollo sustentable, los cuales van a ser tanto positivos como negativos, ya que el bienestar de un la población depende de la felicidad de los individuos que la componen, de las oportunidades de desarrollo profesional, y del equilibrio con el contexto natural o urbano que la rodea, aunado al bienestar socioeconómico.

En consecuencia, las actividades que se desarrollan en un estado, no puede evitarse dejar rastros porque sus actividades involucran a personas y con sus decisiones y acciones crean empleos, que es en la actualidad lo más esperado de las instituciones públicas que son parte del dinamismo social, económico y político, puesto que a veces pueden poner en riesgo los principios y derechos fundamentales en el trabajo y de los derechos humanos, los cuales también impactan sobre la cultura. En sus prácticas laborales pueden o no gestionar correctamente las condiciones de trabajo y protección social, por lo que deben cuidar con mayor o menor esmero la salud física y mental y la seguridad en el puesto de trabajo y realizar una apuesta clara y convencida sobre el desarrollo y formación de las personas; aunque también pueden dejar una huella positiva, por la forma de hacer la gestión, gerencia y administración pública, el compromiso ineludible con el ambiente, la competencia leal, el respeto a la legalidad laboral, la debida cancelación fiscal, entre otras.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La huella ecológica del estado Barinas para el año 2018 arrojó un valor de 5,908 ha/per, desglosadas en subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, con valores de 0,057 ha/per (0,97 %), 5,347 ha/per (90,50 %), 0,304 ha/per (5,15 %), 0,005 ha/per (0,08 %), 0,167 ha/per (2,83 %) y 0,028 ha/per (0,47 %), respectivamente.
- La subhuella agrícola presentó el cuarto mayor valor, aunque fue del 0,97 %, de la huella ecológica, siendo los rubros que le aportaron más a esta subhuella, los cultivos de yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*) y plátanos (*Musa paradisiaca*).
- Mientras que la subhuella pecuaria mostró el mayor valor, siendo los productos pecuarios de leche y queso de ganado bovino los que aportaron los mayores valores, lo cual representa el 90,50 % de la huella ecológica.
- En tanto que la subhuella de carbono representó el 2,83 % de la subhuella, donde los incendios de vegetación fueron los que la incrementaron; sin embargo, esta subhuella debe aumentar al finalizar la pandemia del COVID-19 y a la escasez de combustibles fósiles.
- Ahora bien, el menor valor lo aportó la subhuella forestal con solo el 0,08 % de la subhuella, aunque esto se explica por el aprovechamiento insustentable y por

ende comercial que realizan con los remanentes de los árboles que conforman los bosque; no obstante, en los próximos años la subhuella forestal irá *in crescendo*.

- La superficie construida mostró el segundo menor valor de la subhuella, con 0,028 %, siendo el mayor aporte la construcción de viviendas; asimismo, la construcción de vías de penetración y la de lagunas construidas también incrementan la subhuella.
- La biocapacidad dio un valor de 4,836 ha/per, lo que indica que la huella ecológica está muy por encima de la biocapacidad, es decir, existe un déficit ecológico de 1,072 ha/per, lo que demuestra la tendencia del desarrollo insustentable del estado Barinas.
- Las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura se deben disminuir; mientras que la biocapacidad se debe incrementar; con planes, programas y proyectos que protejan los recursos naturales, en paz permanente, que implique el bienestar social y con prosperidad económica para los habitantes del estado Barinas.

Recomendaciones

- Seguir mejorando y actualizando la base de datos estadísticos que llevan los organismos e instituciones centralizadas y descentralizadas, como son la Unidad Territorial Ambiental (UTA), INSOPESCA, MPPE, CORPOELEC, MPPP, Gobernación del Estado Barinas, entre otros, relacionadas con la producción agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de energía, combustibles fósiles e incendios de vegetación y de infraestructura en el estado Barinas.

- Realizar anualmente las estimaciones de la huella ecológica y biocapacidad del estado Barinas, con la finalidad de llevar a cabo las estadísticas de déficit o superávit de huella ecológica; además de aplicar y mejorar con los datos estadísticos esta metodología de estimación, con el fin de ser replicada en otros estados de Venezuela, con el fin de compararlos con el estado Barinas.
- Efectuar un programa permanente de siembra con cultivos agrícolas y de cantidad de superficie, a corto, mediano y largo plazo; así como también estimar el número de animales necesarios para la cría de ganado bovino de doble propósito; así como de mejorar los métodos y artes de captura de peces con valor comercial, con el fin de cubrir la demanda agroalimentaria en el estado Barinas.
- Elaborar, desarrollar y ejecutar planes, programas y proyectos de bosques con fines productivos e incrementar las plantaciones con especies de vocación forestal, de árboles frutales y especies ornamentales en los diferentes municipios del estado, con el fin de proteger los bosques nativos y aprovechar las especies plantadas, ya sean éstas nativas o introducidas.
- Implementar una política coherente a corto plazo, con respecto a la construcción de nuevos desarrollos habitacionales, ya que la planificación urbana debe y tiene que ser con criterios de sustentabilidad en el espacio y en el tiempo, para que los urbanistas puedan reducir la huella ecológica de las capitales tanto del estado como de los 12 municipios y las 54 parroquias que componen el estado Barinas.
- Revisar y actualizar el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB), con el fin de Otorgar las Autorizaciones de Ocupación del Territorio (AOT), a través de la Gobernación del Estado, para evitar la instalación y funcionamiento de empresas que no cumplan con el registro de actividades capaces de degradar el ambiente (RACDA).

REFERENCIAS

- Arias, F.A. (2006). *Desarrollo Sostenible y sus indicadores*. En publicación. Documento de Trabajo N° 93. CIDSE, Centro de Investigaciones y Documentación Socioeconómica. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad del Valle, Cali: Colombia. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/colombia/cidse/Doc93.pdf>.
- Arias, F.G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. In 6ª. Edición. Editorial Episteme.
- Bernardo, J. y Caldero, J. (2000). *Investigación cuantitativa. Métodos no experimentales*. En J. Bernardo, y J. Caldero. *Aprendo a investigar en educación (77-93)*. Madrid: RIALP, S.A.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica*. (1ª. Ed. pp-55-69). Barcelona: CEAC.
- Brundtland, G. H. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. PNUMA.
- Bulege, W. (2016). *Biocapacidad y Huella Ecológica en el Contexto del Cambio Climático de la Ciudad de Huancayo al 2016*. Tesis para Optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Cancela, R.; Cea, N.; Galindo, G. y Valilla, S. (2010). *Metodología de la investigación educativa: Investigación ex post facto*. Universidad Autónoma de Madrid. 19 pp.
- Chambers, N.; Simmons, C. y Wackernagel, M. (2000). *Sharing Nature's Interest. Ecological Footprint as a Indicator of sustainability*. Earthscan. UK, 186 pp.
- Cohen, L. (2002). *Investigación ex post facto*. En Cohen, L. y Manion, L., *Métodos de investigación educativa (223-241)*. Madrid: La Muralla, S.A.
- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación*. (1989).
- Convenio de las Naciones Unidas sobre la Lucha Contra la Desertificación y la Sequía*. (1994).

Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y Protocolo de Montreal para el Control de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. (1985).

Convenio Internacional de las Maderas Tropicales (1983, 1994 y 2006) (UNCTAD, 2006; 2011).

Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. (1992).

Convenio para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas de los Países de América. (1940). Washington, EE.UU.

Convenio Relativo a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas. (1971). RAMSAR, Irán.

Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES]. (1973). Washington, EE.UU.

Convenio sobre la Diversidad Biológica. (1992). Río de Janeiro, Brasil.

Convenio sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. (1972). París, Francia.

Declaración de Río para el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1992). *Conferencia de Naciones Unidas.*

Decreto S.Nº. (2004). *Ley de División Político Territorial del Estado Barinas.* Publicado en Gaceta Oficial del Estado Barinas, julio 27.

Decreto Nº 104. (1992). *Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas.* Publicado en la Gaceta Oficial del Estado Barinas número Extraordinario de la misma fecha.

Decreto Nº 230/11. (2011). *Reforma Parcial del Decreto Nº 104 de fecha 31-07-1992.* Publicado en la Gaceta Oficial Extraordinario del Estado Barinas Nº 093-11, de fecha 13-06-2011, referido al Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB).

Ekins, P. (2003). *Identifying critical natural capital: Conclusions about critical natural capital.* Ecological Economics, Vol. 44, issue 2-3, 277-292.
[http://doi.org/10.1016/S0921-009\(02\)00278-1](http://doi.org/10.1016/S0921-009(02)00278-1).

- Ewing, B.; Goldfinger, S.; Wackernagel, M.; Stechbart, S.; Rizk, S.; Reed, A. and Kitzes, J. (2008). *The Ecological Footprint Atlas 2008*. Oakland: Global Footprint Network.
- Ewing, B.; Goldfinger, S.; Oursler, A.; Reed, A.; Moore, D. y Wackernagel, M. (2009). *The Ecological Footprint Atlas 2009*. Oakland: Global Footprint Network.
- Ewing, B.; Moore, D.; Goldfinger, S.; Oursler, A.; Reed, A. and Wackernagel, M. (2010). *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network.
- Freire, A. (2017). *Presupuesto Ambiental. Evaluación de la huella ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- FUDENA. (2001). *Proyecto Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad en la Ecorregión de los Llanos de Venezuela. Diagnóstico Socioeconómico del Estado Barinas*.
- Gabaldón, A.J. (2006). *Desarrollo Sustentable. La salida de América Latina*. Grijalbo. Caracas, Venezuela. 489 pp.
- Galli, A.; Wackernagel, M.; Iha, K. and E. Lazarus. (2014). *Ecological Footprint: implications for biodiversity*. *Biological Conservation* 173: 121-132. <https://doi:10.1016/j.biocon.2013.10.019>.
- Galli, A.; Lin, D.; Wackernagel, M.; Gressot, M., y Winkler, S. (2015). *Humanity's growing Ecological Footprint: sustainable development implications*. Brief for GSDR2015. Global Footprint Network. OJO doi
- Gareis, M.C. (2016). *La Huella Ecológica de Mar del Plata (Partido de General Pueyrredon) y su incidencia en el hábitat urbano*. Tesis doctoral. Doctorado de la Universidad Nacional de Luján en la Orientación Ciencias Sociales y Humanas. Universidad Nacional de Luján. 248 pp.
- Global Footprint Network [GFN]. (2011). *Ecological Footprint Analysis*. San Francisco-Oakland-Fremont, C.A. www.footprintnetwork.org.
- Global Footprint Network [GFN]. (2013). *The National Footprint Accounts, 2012 edition*. Global Footprint Network
- Global Footprint Network [GFN]. (2015). *Global Footprint Network*. http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/.

- Global Footprint Network [GFN]. (2018). *Working Guidebook to the National Footprint Account*. http://www.footprintnetwork.org/ecological-footprint_nations/.
- Global Footprint Network [GFN]. (2016). *National Footprint Accounts, 2016 Edition*. Available at: www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/blog/national_footprint_accounts_2016_carbon_makes_up_60_of_worlds_footprint.
- Guba, E. (1991). *El diálogo del paradigma alternativo*. California: SAGE.
- Hernández, E. (2001). *La Huella Ecológica y Biocapacidad de España*. *El Ecologista*. n° 27: 44-46.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana. Editores, S.A. de C.V.
- Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2006). *Water footprint of nations: Water user by people as a function of their consumption pattern*. *Water Resour Manage*.
- Instituto Nacional de Parques [NPARQUES]. (2007). *Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas: Informe Nacional 2007*. Venezuela.
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2011a). *Informe Geoambiental del Estado Barinas*. República Bolivariana de Venezuela. Gerencia de Estadísticas Ambientales.
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2011b). *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda 2011*.
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2014). *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Pachauri, R. and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Kitzes, J.; Peller, A.; Goldinger, S. and Wackernagel, M. (2007). Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society (Research Center for Sustainability and Environment, Shiga University)*, 4(1) 1-9.

- Lenzen and Murray, S.A. (2003). *The Ecological Footprint – Issues and Trends*. The University of Sidney. Integrated Sustainability Analysis. http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/Ecological_Footprint_Issues_andTrends.pdf.
- León, O. (2003). *Diseños "ex post-facto"*. En León, O. y Montero, I., *Métodos de Investigación en psicología y educación* (359-394). Madrid: Mc Graw Hill.
- Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M.S., Martindill, J., Medouar, F.-Z., Huang, S. and Wackernagel, (2018). *Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012-2018*. Resources 2018, 7, 58.<http://www.footprintnetwork.org/>.
- Lin, D., Galli, A., Borucke, M., Lazarus, E., Grunewald, N., Martindill, J., Zimmerman, D., Mancini, S., Iha, K. and Wackernagel, M. (2015). *Tracking Supply and Demand of Biocapacity Through Ecological Footprint Accounting*. In: Dewulf, J., de Meester, S. and R.A.F. Alvarenga (Eds.). *Sustainability assessment of renewables-based products: methods and case studies*, 179-200. Wiley, Hoboken, NJ, EE.UU. <http://www.footprintnetwork.org/>.
- Lubbers, R. and Morales, P (2001). *The Eartch Charter: Global Ethics for the Twenty First Century en Our Fragile World, Vol. II*. Londres: M.K. Tolba Editor. Unesco-Eolss, Publisher, Co. Ltd., pp 1.911-1959.
- Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M. and Marchettini, N. (2016). Ecological Footprint: refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators* 61: 390-403, doi: 10.1016/j.ecolind.2015.09.040.
- Mertens, D.M. (2010). *Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative and Mixed Method*. 3ra. ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2013). *Calculo de la huella ecológica departamental y por estratos socio económicos*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Poder Popular de Petróleo [MPPP]. (2018). *Dirección Regional Barinas*.
- Ministerio del Poder Popular para la Pesca y Acuicultura [MPPPA]. (2018). *Estadísticas de Especies Comerciales Continentales*. Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) Barinas.

- Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo [MPPE]. (2018). Dirección Estatal Barina. Estadísticas de plantaciones.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura, Producción y Tierras [MPPAPT]. (2018). *Programa Integral de Desarrollo Agroproductivo*. Unidad Territorial Agrícola (UTA) Barinas. Reporte de los sectores agrícola y pecuario.
- Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica [MPPEE]. (2018). Corporación Eléctrica (CORPOELEC) Barinas.
- Monfreda, C.; Wackernagel, M. and Deumling, D. (2004). *Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments*. Land Use Policy 21(3):231-246. Doi: 10.1016/j.landusepol.2003.10.009.
- Muñiz, I., Rojas, C., Busuldu, C., García, A., Filipe, M. y Quintana, M. (2016). *Forma urbana y Huella Ecológica en el Área Metropolitana de Concepción (Chile)*. EURE. Vol. 42, N° 127, pp. 209-230.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *La FAO y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Viale delle Terme di Caracalla. 00153 Roma, Italia. Web: www.fao.org/post-2015-mdg/es.
- Naciones Unidas [NU]. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Una oportunidad para América Latina y el Caribe CEPAL.
- Naciones Unidas [NU]. (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3)*, Santiago.
- Neumark, T.; Norris, E.; Marcus, G. and Broome, S. (2012). *The Community Footprint: share value for business and communities*. RSA Projects. The Royal Society for the encouragement of Arts., Manufactures and Commerce. London. www.thersa.org.
- Organismo de Naciones Unidas [ONU]. (2018). *Naciones Unidas. Urbanización*. Edición América. Sociedad.
- Pérez, Y., Rodríguez, I., Pino, M. y Rodríguez, R. (2019). *Cálculo de la Huella Ecológica en el Municipio Provincia Villa Clara*. Dirección Municipal de Planificación Física. Cuba. Centro Azúcar, Vol. 46, N° 3, Julio-Septiembre, pp. 54-65.

- Plan de la Patria. (2013). *Segundo Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013-2019*.
- Plan de la Patria. (2019). *Tercer Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2019-2025*.
- Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. (2000).
- Protocolo de Montreal Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono*. (1987).
- Ramírez, J. C. (2012). *Diseño de un Programa de Educación Ambiental No Formal para Disminuir la Huella Ecológica del Campus II de la Universidad Yacambú, Estado Lara*. UNY, Cabudare.
- RAMSAR. (1996). *Annotated List of Wetlands of International Importance*. <https://rsis.ramsar-org>.
- Rees, W. (1992). "Ecological Footprints and Appropriate Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out". *Environment and Urbanization*. Vol. 4 N° 2. pp. 121-130.
- Rees, W. (1996). *Revisiting Carrying Capacity: Area-Based Indicator of Sustainability*. *Population and Environment* 17: 195-215.
- Rees, W. and Wackernagel, M. (1996). *Urban ecological footprint: Why cities cannot be sustainable - And why they are a key to sustainability*. *Environ Impact Assessment Review* 16 (4-6):223-248.
- Rees, W. and Wackernagel, M. (2008). *Urban Ecological Footprint: Why Cities Cannot be Sustainable - And Why they are a Key to Sustainability*. *Environ Impact Assessment Review* 16:223-248.
- Rees, W. y Wackernagel, M. (2008). *Huellas ecológicas urbanas: por qué las ciudades no pueden ser sostenibles y por qué son clave para la sostenibilidad*. Escuela de Planificación Comunitaria y Regional, Universidad de British Columbia, 6333 Memorial Road. Vancouver, BC V6T 1Z2, Canadá.
- Rodríguez, J.P. y Rojas-Suárez, F. (eds.). (2008). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Tercera Edición. Provita y Shell Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Serafín, S., Marcelino, S. y González, M. (2017). *Entropías urbano-ambientales: huella ecológica y metropolización en Tepic-Xalisco, México*. *Tecnogestión*, 14 (1).

- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. and Ludwig, C. (2015). *The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration*. *The Anthropocene Review*. 2(1): 81-98, doi:10.1177/2053019614564785.
- Steinberg, P.F. (2015). *Who rules the Earth? How social rules shape our planet and our lives*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Ugas, G. (2005). *Epistemología de la Educación y la Pedagogía*. Ediciones del Taller Permanente de Estudios Epistemológicos.
- Venetoulis, J.; Chazan, D. y Gaudet, C. (2004). *Ecological Footprint of Nations: Sustainable Indicators Program, Redefining Progress Publication*.
- Venezuela. (2000). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.8453 (Extraordinario), marzo, 24.
- Venezuela. (2008). *Ley de Bosques*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 40.222, Agosto 1.
- Venezuela. (2015). *Ley de Calidad de las Aguas y del Aire*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.207 (Extraordinario), Diciembre 28, 2015.
- Venezuela. (2010). *Ley de Gestión de la Diversidad Biológica*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.070, Diciembre 1, 2008.
- Venezuela. (2014). *Ley de Pesca y Acuicultura (2014)*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 6.150 (Extraordinario), noviembre, 18.
- Venezuela. (2010). *Ley de Preservación, Defensa y Conservación Ecológica y Ambiental del Estado Barinas*. República Bolivariana de Venezuela. Consejo Legislativo del Estado Barinas. Gaceta Oficial del Estado Barinas, agosto, 05.
- Venezuela. (1970). *Ley de Protección a la Fauna Silvestre*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 29.289, agosto, 11.
- Venezuela. (2005). *Ley de Protección y Conservación de las Cuencas Hidrográficas y los Ríos del Estado Barinas*. República Bolivariana de Venezuela. Consejo Legislativo del Estado Barinas. Gaceta Oficial del Estado Barinas, diciembre 14.
- Venezuela. (1966). *Ley Forestal de Suelos y de Aguas*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 1.004 (Extraordinario), enero, 26.

- Venezuela. (2001). *Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.554 (Extraordinario), noviembre, 13.
- Venezuela. (1987). *Ley Orgánica de Ordenación Urbanística*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 33.868, diciembre 16.
- Venezuela. (2006). *Ley Orgánica del Ambiente*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.833 (Extraordinario), diciembre, 22.
- Venezuela. (2012). *Ley Penal del Ambiente*. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.913, mayo, 2.
- Venezuela. (1983). *Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 3.238 (Extraordinario), agosto, 11.
- Wackernagel, M., 1991. “*Land Use: Measuring a Community’s Appropriated Carrying Capacity as an Indicator for Sustainability*” and “*Using Appropriated Carrying Capacity as an Indicator, Measuring the Sustainability of a Community*”. Report I and II to the UBC Task Force on Healthy and Sustainable Communities. The University of British Columbia, Vancouver.
- Wackernagel, M. (1994). *Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability*. Ph.D. Thesis. School of Community and Regional Planning. The University of British Columbia.
- Wackernagel, M. and Rees, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC.
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Callejas, A.C., López, I.S., Méndez, J.M., Suárez, A.I., Suárez, M.G. (1999). *National natural capital accounting with the ecological footprint concept*. Ecol. Econ. 29, 375–390.
- Wackernagel, M. y Rees, W. (2001). *Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. IEP/Lom Ediciones. Santiago de Chile, 207 p. <http://es.scribd.com/document/367411910/Nuestra-Huella-Ecológica>.
- Wackernagel, M. (2001). *Advancing Sustainable Resource Management. Using Ecological Footprint Analysis for Problem Formulation, Policy Development, and Communication*. California: DG Environment, European Commission. Redefining Progress.
- Wackernagel, M., B. Schulz, D. Deumling, A. Callejas Linares, M. Jenkins, V. Kapos, C. Monfreda, J. Loh, N. Myers, R. Norgaard and J. Randers. 2002.

Tracking the ecological overshoot of the human economy, Proc. Natl. Acad. Sci. 99 (14), 9266-9271. Doi: 10.1073/pnas.142033699.

- Wackernagel, M., Monfreda, C., Schulz, N.B., Erb, K.H., Haberl, H., Krausmann, F. (2004). *Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges*. *Land Use Policy* 21 (3), 271–278.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Moay, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumbling, D. and Murray, M. (2005): *National Footprint and Biocapacity Accounts: the underlying calculation method*. Global Footprint Network. Oakland. www.footprintnetwork.org.
- Wackernagel, M., Kitzes, J. Moran, D., Goldfinger, S. and Thomas, M. (2006): “*The Ecological Footprint of cities and regions: comparing resources availability with resources demand*”. *Environment and Urbanization International Institute for Environment and Development (IIED)*. Vol. 18 (1): pp. 103-112.
- Wackernagel, M., Cranston, G., Morales, J.C. and Galli, A. (2014). *Ecological Footprint accounts*. In: Atkinson, G., Dietz, S., Neumayer, E. and M. Agarwala (Eds.). *Handbook of sustainable development*. Second edition. 371-398. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Gloucestershire, Reino Unido.
- Wackernagel, M. and Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers. The New Catalyst Biorregional, Series. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT.
- Wackernagel, M. (2018). *Working Guidebook to the National Footprint Accounts, Version 1.2*; Global Footprint Network: CA, USA, 2018.
- Waters, C.N.; Zalasiewicz, J.; Summerhayes, C.; Barnosky, A.D.; Poirier, C., Gatuszka, A.; Cearreta, A.; Edgeworth, M.; Ellis, E.C.; Ellis, M.; Jeandel, C.; Leinfelder, R.; McNeill, J.R.; Richter, D. deB.; Steffen, W.; Syvitski, J.; Vidas, D.; Wagreich, M.; Williams, M.;... Wolfe, A.P. (2016). *The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene*. *Science* 351(6269): aad2622-1-aad2622-10. doi: 10.1126/science.aad2622. <http://www.researchgate.net/publication-/289670932>.
- Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). *A Definition of Carbon Footprint*. In: C.C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11*. Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. https://www.novapublisheres.com/catalog/product_info.php?products_id=5999.

- Wiedmann T., Minx, J., Barret, J. and Wackernagel, M. (2006): “*Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis*”. *Ecological Economics* n° 56, pp. 28-48.
- World Commission on Environment and Development [WCSD]. (1987). *Our Common Future*. Oxford-Nueva York: Oxford University Press, p. 40.
- World Wildlife Fund Nature [WWF]. (2011). *Informe Planeta Vivo*. Informe 2012. Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro.
- World Wildlife Fund Nature [WWF]. (2012). *Informe Planeta Vivo*. Informe 2012. Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro.
- World Wildlife Fund Nature [WWF]. (2014). *Informe Planeta Vivo - 2014: Resumen*. WWF, Gland, Suiza.
- World Wildlife Fund Nature [WWF]. (2016). *Informe Planeta Vivo- 2016: Riesgo y resiliencia en el Antropoceno*. WWF Internacional, Gland, Suiza.
- World Wildlife Fund Nature [WWF]. (2018). *Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto*. Grooten, M. y Almond, R.E.A. (Eds.). WWF. Gland, Suiza.

ANEXOS

A continuación se presentan los anexos generados como complemento para elaborar la tesis doctoral que sirvieron de insumos para los cálculos de las subhuellas agrícola, pecuaria, pesquera, forestal, de carbono y de infraestructura, puesto que con la sumatoria de las referidas seis subhuellas, se obtuvo la estimación de la huella ecológica (HE), así como también con los cuadros anexos se determinó la biocapacidad (BC) del estado Barinas, además se elaboraron un conjunto de estrategias para disminuir la huella ecológica del estado Barinas en el contexto del desarrollo sustentable, durante el año 2018.

Anexo 1. Nombre común y científico de los diferentes rubros cultivados, con sus respectivas superficie y producción del estado Barinas, año 2021.

Anexo 2. Nombre común y científico de los diferentes rubros, con su respectiva superficie del estado Barinas, año 2021.

Anexo 3. Nombre común y científico de los pastos naturales e introducidos, así como los pastos de corte con sus respectivas superficies y carga animal del estado Barinas, año 2021.

Anexo 4. Peso promedio en pie y en canal de las especies animales que son producidas y consumidas en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 5. Peso promedio en pie y en canal de las especies animales beneficiadas que son producidas y consumidas en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 6. Determinación del rendimiento por hectárea de los cultivos para el alimento animal, año 2021.

Anexo 7. Determinación del factor de conversión de kilogramos de carne a kilogramos de alimentos de los rubros pecuarios del estado Barinas, año 2021.

Anexo 8. Rendimiento de los productos lácteos leche y queso producidos y consumido en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 9. Número promedio de huevos por aves que son producidos y consumidos en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 10. Números de apiarios y de colmenas de abeja, colmenas por apiarios, colmenas por hectáreas y superficie en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 11. Números de colmenas, así como la cantidad miel, cera y polen en kilogramos, producidos y consumidos en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 12. Nombre común y científico y producción de las especies de peces capturadas en los ríos del estado Barinas, año 2021.

Anexo 13. Nombre común y científico y producción de las especies de peces cultivadas en lagunas del estado Barinas, año 2021.

Anexo 14. Longitud y ancho promedio de los ríos donde se capturan peces comerciales en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 15. Cuerpos de agua y superficies donde se cultivan peces ubicados en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Anexo 16. Lista de nombres comunes y científicos de especies arbóreas nativas e introducidas *aprovechadas* en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 17. Nombres comunes y científicos de densidades de maderas blandas, semiblandas y duras que son aprovechadas en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 18. Plantaciones forestales registradas en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 19. Plantaciones forestales y reforestaciones realizadas en cuencas hidrográficas del estado Barinas, año 2021.

Anexo 20. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) donde se aprovechan bosques nativos ubicadas en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Anexo 21. Superficie de los bosques de galería de los ríos del estado Barinas, año 2021.

Anexo 22. Superficie afectada por incendios de vegetación en los municipios y Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 23. Parroquias urbanas, periurbanas y rurales con sus respectivas superficie del municipio Barinas del estado Barinas, año 2021.

Anexo 24. Municipios foráneos con sus respectivas parroquias y superficie del estado Barinas, año 2021.

Anexo 25. Municipios y sus capitales con sus respectivas superficies de áreas construidas del estado Barinas, año 2021.

Anexo 26. Infraestructura en vialidad para el transporte en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 27. Área de embalse Manuel Palacios Fajardo (Embalse Masaparro) del estado Barinas, año 2021.

Anexo 28. Uso de las tierras en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 29. Cálculos realizados para la estimación de la biocapacidad del estado Barinas, año 2021.

Anexo 30. Áreas destinadas al uso agrícola y pecuario en el estado Barinas, año 2021.

Anexo 31. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) ubicadas en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Anexo 32. Áreas de alta preservación del estado Barinas, año 2021.

Anexo 33. Áreas de mediana preservación del estado Barinas, año 2021.

Anexo 33. Áreas de baja preservación del estado Barinas, año 2021.

Anexo 35. Zonas o áreas de uso minero y energético ubicados en el estado Barinas (POTEB, 2011), año 2021.

Anexo 36. Superficie de los municipios y parroquias con sus respectivas capitales del estado Barinas, año 2021.

Anexo 37. Superficie de las autopistas, troncales y vías de comunicación asfaltadas, engrazonadas y de tierra del estado Barinas, año 2021.

Anexo 38. Embalse Manuel Palacios Fajardo (Embalse Masaparro) del estado Barinas, año 2021.

Anexo 1.

Nombre común y científico de los diferentes rubros cultivados, con sus respectivas superficie y producción del estado Barinas, año 2021.

Rubros Agrícolas	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Superficie (ha)	Producción (t)
Cereales	Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae	9.076	18.032
	Arroz	<i>Oriza sativa</i>	Poaceae	1.554	4.312
	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Poaceae	1.250	477
Fabáceas	Caraota	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	1.506	671
	Frijol	<i>Phaseolus leptostachyus</i>	Fabaceae	1.610	1.122
	Girasol	<i>Helianthus annus</i>	Asteraceae	891	614
Oleaginosas y Textiles	Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	Pedaliaceae	552	199
	Soya	<i>Glycine maxima</i>	Fabaceae	78	67
Musáceas	Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	Malvaceae	655	580
	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	7.586	95,11
	Cambur	<i>Musa sapientum</i>	Musaceae	1.937	25,484
Raíces y Tubérculos	Topocho	<i>Musa cavendishii</i>	Musaceae	987	12,205
	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	22.198	272,902
	Ñame	<i>Dioscorea alata</i>	Araceae	754	7,6
Hortalizas	Ocumo	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Araceae	242	2,340
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	Solanaceae	83	1,335
	Pimentón	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae	44	0,418
	Ají Dulce	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	119	0,649
	Auyama	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	96	1,371
Frutales	Patilla	<i>Citrullus lantana</i>	Cucurbitaceae	70	1,310
	Melón	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	18	0,244
	Lechosa	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	188	2,850
	Parchita	<i>Passiflora edulis</i>	Passifloraceae	190	2,317
	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	47	0,181

Anexo 1. (cont.).

Nombre común y científico de los diferentes rubros cultivados, con sus respectivas superficie y producción del estado Barinas, año 2021.

Rubros Agrícolas	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Superficie (ha)	Producción (t)
	Caña de Azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	Poaceae	313	9,466
Plantaciones	Cafeto	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	1.560	0,430
	Cacaotero	<i>Theobroma cacao</i>	Sterculiaceae	507	0,293
Total				77.356	

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018), con modificaciones.

Anexo 2.

Nombre común y científico de los diferentes rubros, con su respectiva superficie del estado Barinas, año 2021.

Rubros Pec.	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Orden	Sup. (ha)
Bovino	Toro/Vaca	<i>Bos taurus</i>	Bovidae	Artiodactyla	2.583.187
Bufalino	Búfalo/Búfala	<i>Bulalus bubalis</i>	Bovidae	Artiodactyla	87.842
Ovino	Carnero/Oveja	<i>Ovis aries</i>	Bovidae	Artiodactyla	176.180
Caprino	Chivo/Cabra	<i>Capra hircus</i>	Bovidae	Artiodactyla	110.202
Cunícula	Conejo/Coneja	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Leporidae	Lagomorpha	0,070
Porcino	Cerdo/Cerda	<i>Sus scrofa</i>	Suidae	Artiodactyla	328,282
	Pollo	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	Galliformes	17,370
Avícola	Gallina	<i>Gallus gallus</i>	Phasianidae	Galliformes	3,835
	Codorniz	<i>Coturnix coturnix</i>	Phasianidae	Galliformes	0,024
Apícola	Abeja	<i>Apis mellifera</i>	Apidae	Hymenoptera	8,625
Total					2.957.769

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018), con modificaciones.

Anexo 3.

Nombre común y científico de los pastos naturales e introducidos, así como los pastos de corte con sus respectivas superficies y carga animal del estado Barinas, año 2021.

Pastos	Nombre Común	Nombre Científico	Sup (ha)	Rend. (A/ha)
Pastos Naturales	Sabanero	<i>Andropogon gayanus</i>	72.923	0,75
	Búfel	<i>Cenchrus ciliaris</i>		
	Anján	<i>Cenchrus setigerus</i>		
	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>		
	Estrella Morada	<i>Cynodon lemfuensis</i>		
	Estrella Africana	<i>Cynodon plectostachyum</i>		
	Rodes	<i>Chloris gayana</i>		
Pastos Introducidos	Ángleton	<i>Dichantium annulatum</i>	135.843	0,75
	Tejano	<i>Dichantium aristatum</i>		
	Swasi	<i>Digitaria swazilandensis</i>		
	Survennola	<i>Digitaria xumfolozi</i>		
	Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>		
	Piramidalis	<i>Echinochloa pyramidalis</i>		
	Flor Alta	<i>Hermartria altissima</i>		
	Yaraguá	<i>Hyparrhenia rufa</i>		
	Rye Grass	<i>Lolium perenne</i>		
	Guinea	<i>Panicum maximum</i>		
	Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>		
	Setaria Kazungula	<i>Setaria anceps</i>		
	Setaria	<i>Setaria sphacelata</i>		
	Taner	<i>Urochloa arrecta</i>		
	Brizanta	<i>Urochloa brizantha</i>		
Pastos Introducidos	Barrera	<i>Urochloa decumbens</i>		
Pastos Introducidos	Dictyoneura	<i>Urochloa dictyoneura</i>	135.843	0,75
	Aguja Alambre	<i>Urochloa humidicola</i>		
	Pará	<i>Urochloa mutica</i>		

Anexo 3.

Nombre común y científico de los pastos naturales e introducidos, así como los pastos de corte con sus respectivas superficies y carga animal del estado Barinas, año 2021.

Pastos	Nombre Común	Nombre Científico	Sup (ha)	Rend. (A/ha)
	Braquipará	<i>Urochloa plantaginea</i>		
	Ruzi	<i>Urochloa ruzizensis</i>		
	Gamelote	<i>Paspalum fasciculatum</i>		
Pasto de Corte	Pasto Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	3.300	
Total			212.066	

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018), con modificaciones.

Anexo 4.

Peso promedio en pie y en canal de las especies animales que son producidas y consumidas en el estado Barinas, año 2021.

Especies animales	N° animales	Animales/ ha	Peso en pie (kg)	Peso en canal (kg)	Superficie (ha)
Bovino	2.712.547	1	427	220	2.583.187
Ovino	44.045	0,25	28	21	110.202
Caprino	8.180	0,25	25	19	328,282
Cunícula	283	4	2,300	1,700	0,070
Porcino	141.149	0,25	90,000	68,000	328,282
	Pollo	6.739.406	8	2,300	17,370
Avícola	Gallina	208.400	4	2,000	3,835
	Codorniz	3.590	10	0,154	0,024

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Anexo 5.

Peso promedio en pie y en canal de las especies animales beneficiadas que son producidas y consumidas en el estado Barinas, año 2021.

Especies animales	N° animales beneficiados	Peso en pie carne beneficiada (kg/año)	Peso en canal carne beneficiada (kg/año)
Bovino	320.433	136.824.891	70.495.260
Ovino	16.358	458.024	343.518
Caprino	5.365	134.125	101.935
Cunícula	3.433	7.896	5.836
Porcino	107.933	9.713.970	7.339.444
Avícola	Pollo	5.567.334	12.804.869
	Gallina	191.728	383.456
	Codorniz	3.411	525,294
			375,210

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b).

Anexo 6.

Determinación del rendimiento por hectárea de los cultivos para el alimento animal, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Rendimiento kg/ha	Rend. Prom. kg/ha
Maíz	<i>Zea mays</i>	2.437	
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	382	1.226
Soya	<i>Glycine maxima</i>	859	

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Técnica Agrícola (UTA-Barinas, 2018a), con modificaciones.

Anexo 7.

Determinación del factor de conversión de kilogramos de carne a kilogramos de alimentos de los rubros pecuarios del estado Barinas, año 2021.

Tipo de Rubros Pecuarios	kg de carne	Factor de conversión	kg de alimento	
Cunícula	5.836	4,4	25.678	
Porcino	7.285.478	4,0	29.141.910	
Avícola	Pollo	10.577.935	0,36	3.808.057
	Gallina	306.765	0,40	153.383
	Codorniz	375,210	0,17	63,786

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Anexo 8.

Rendimiento de los productos lácteos leche y queso producidos y consumido en el estado Barinas, año 2021.

Tipo de ganado	Leche/día (l)	Leche/año (l)	Animales/ordeño	Leche/anim/año (l)
Vaca	4	840	555.073	466.261.320
Búfala	4	960	65.832	63.199.181
Tipo de ganado	Leche/kg (Q)	Leche/año (l)	kg Q/animales	Queso/anim/año (kg)
Vaca	8	840	105	58.282.665
Búfala	5	960	192	12.639.744

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b).

Anexo 9.

Número promedio de huevos por aves que son producidos y consumidos en el estado Barinas, año 2021.

Especie de Aves	Ave/m ²	Animales/ha	Huevos/ave	Huevos/ave/año
Gallina	4	40.000	292	48.682.240
Codorniz	12	120.000	329	1.122.219

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Anexo 10.

Números de apiarios y de colmenas de abeja, colmenas por apiarios, colmenas por hectáreas y superficie en el estado Barinas, año 2021.

Especie animal	N° Apiarios	N° Colmenas	Colm/Apiarios	Colm/ha	Sup. (ha)
Apícola Abeja	69	1.380	20	160	8,63

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Anexo 11.

Números de colmenas, así como la cantidad miel, cera y polen en kilogramos, producidos y consumidos en el estado Barinas, año 2021.

Especie animal	Miel/Colm (kg)	Cera y Polen (kg)	Miel/año (kg)	Cera y Polen/año (kg)
Apícola Abeja	25,514	0,500	35.210	690

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT).
Unidad Territorial Agrícola Barinas (UTA-Barinas, 2018b), con modificaciones.

Anexo 12.

Nombre común y científico y producción de las especies de peces capturadas en los ríos del estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Orden	Prod (kg)	L (cm)
Raya de Río	<i>Potamotrygon orbignyi</i>	Potamotrygonidae	Myliobatiformes	8.385	25
Mije	<i>Leporinus friderici</i>	Anostomidae	Characiformes	4.830	25
Tusa	<i>Schizodon scotorhabdotus</i>	Anostomidae	Characiformes	2.460	25
Payara	<i>Hydrolicus tatauaia</i>	Cynodontidae	Characiformes	1.445	40
Guabina	<i>Hoplias malabaricus</i>	Erythrinidae	Characiformes	3.188	25
Coporo	<i>Prochilodus mariae</i>	Prochilodontidae	Characiformes	951.543	15
Cachama	<i>Collosoma macropomum</i>	Serrasalminidae	Characiformes	7.673	45
Palometa	<i>Mylossoma albiscopum</i>	Serrasalminidae	Characiformes	67.301	20
Morocoto	<i>Piaractus orinoquensis</i>	Serrasalminidae	Characiformes	12.480	40
Caribe Colorado	<i>Pygocentrus cariba</i>	Serrasalminidae	Characiformes	67.066	18
Bagre Pavón de Cuero	<i>Ageneiosus inermis</i>	Ageneiosidae	Siluriformes	23.958	40
Curito	<i>Hoplosternum littorale</i>	Callichthyidae	Siluriformes	100	15
Bagre Sierra	<i>Oxydoras sifontesi</i>	Doradidae	Siluriformes	5.210	40
Corroncho	<i>Pterigoplichthys multiradiatus</i>	Loricariidae	Siluriformes	3.220	18
Bagre Laulau	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Pimelodidae	Siluriformes	125	80
Bagre Cunaguro	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Pimelodidae	Siluriformes	10.521	50
Bagre Jipi	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	Pimelodidae	Siluriformes	170	50
Bagre Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Pimelodidae	Siluriformes	3.347	80
Bagre Valentón	<i>Brachyplatystoma vaillanti</i>	Pimelodidae	Siluriformes	18.524	80
Bagre Mapurite	<i>Callophysus macropterus</i>	Pimelodidae	Siluriformes	7.155	50
Bagre Yaque	<i>Leiarius marmoratus</i>	Pimelodidae	Siluriformes	415	50
Bagre Cajaro	<i>Phactcephalus hemiliopterus</i>	Pimelodidae	Siluriformes	22.961	60
Bagre Blanco Pobre	<i>Pinirampus pinirampu</i>	Pimelodidae	Siluriformes	18.564	60
Bagre Rayado	<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i>	Pimelodidae	Siluriformes	70.112	60

Anexo 12.

Nombre común y científico y producción de las especies de peces capturadas en los ríos del estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Orden	Prod (kg)	L (cm)
Bagre Cabezón	<i>Pseudoplatystoma metaense</i>	Pimelodidae	Siluriformes	50.946	60
Bagre Doncella	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Pimelodidae	Siluriformes	845	50
Bagre Sapo	<i>Cephalosilurus apurensis</i>	Pseudopimelodidae	Siluriformes	2.447	50
Bagre Toruno	<i>Zungaro zungaro</i>	Pseudopimelodidae	Siluriformes	14.317	50
Vieja	<i>Astronotus ocellatus</i>	Cichlidae	Clupeiformes	820	15
Sardinata	<i>Pellona castelneana</i>	Clupeidae	Clupeiformes	220	30
Curbinata	<i>Plagisicion squamosissimus</i>	Sciaenidae	Perciformes	4.171	30

Fuente: Miniisterio de Agricultura y Cría-Minsiterio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MAC-MARNR, 1981), con modificaciones.

Anexo 13.

Nombre común y científico y producción de las especies de peces cultivadas en lagunas del estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Orden	Prod. (kg)
Cachama	<i>Collosoma macropomum</i>	Characidae	Characiformes	625.940
Coporo	<i>Prochilodus mariae</i>	Prochilodontidae	Characiformes	12.300
Tilapia	<i>Oreochromis spp.</i>	Cichlidae	Clupeiformes	2.100
Total				640.340

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Pesca y Acuicultura (MPPPA). Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA, 2018), con modificaciones.

Anexo 14.

Longitud y ancho promedio de los ríos donde se capturan peces comerciales en el estado Barinas, año 2021.

Ríos	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (ha)
Santo Domingo	194.112	80	1.552,90
Canaguá	217.000	70	1.519,00
Masparro	212.068	65	1.378,44
Pagüey	194.000	65	1.261,00
Caparo Viejo	131.160	60	786,96
Suripá	126.944	55	698,19
Ticoporo	126.000	45	567,00
Anaro	116.872	55	642,80
Socopó	108.776	45	489,49
Caparo	56.660	50	283,30
Total			9.179,08

Fuente: Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Pesca y Acuicultura (MPPPA). Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA, 2018), con modificaciones.

Anexo 15.

Cuerpos de agua y superficies donde se cultivan peces ubicados en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Municipios del Estado Barinas	Superficie (ha)
Barinas	13,06
Sosa	16,79
Alberto Arvelo Torrelba	35,69
Rojas	29,53
Ezequiel Zamora	61,10
Antonio José de Sucre	18,90
Pedraza	17,23
Obispos	32,41
Bolívar	0,10
Cruz Paredes	8,61
Total	233,43

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAPT). Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA, 2018), con modificaciones.

Anexo 16.

Lista de nombres comunes y científicos de especies arbóreas nativas e introducidas aprovechadas en el estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Mijao	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
Apamate	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Saquisaqui	<i>Paquira qunnatai</i>	Bombacaceae
Pardillo Blanco	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Pardillo Negro	<i>Cordia thaisiana</i>	Boraginaceae
Palo de Aceite	<i>Copaifera officinalis</i>	Caesalpiniaceae
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
Guayabón	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae
Jabillo	<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Caobo	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
Samán	<i>Albizia saman</i>	Mimosaceae
Carocaró	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae
Masaguaro	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Mimosaceae
Palo de Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Camoruco	<i>Sterculia apetala</i>	Sterculiaceae
Melina*	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae
Teca*	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae

*Especies introducidas

Anexo 17.

Nombres comunes y científicos de densidades de maderas blandas, semiblandas y duras que son aprovechadas en el estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Densidad (gr/cm ³)
Maderas Blandas		< 0,55
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	0,35
Simaruba	<i>Simarouba amara</i>	0,38
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	0,39
Caraño	<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	0,45
Camoruco	<i>Sterculia apetala</i>	0,49
Maderas Semiblandas		> 0,56 y < 0,74
Salado	<i>Erismia uncinatum</i>	0,52
Carapa	<i>Carapa guianensis</i>	0,53

Anexo 17.

Nombres comunes y científicos de densidades de maderas blandas, semiblandas y duras que son aprovechadas en el estado Barinas, año 2021.

Nombre Común	Nombre Científico	Densidad (gr/cm ³)
Tacamajaca	<i>Protium tenuifolium</i>	0,56
Guamito montañero	<i>Inga alba</i>	0,59
Peonía	<i>Ormosia coccinea</i>	0,60
Peonía	<i>Ormosia macrocalix</i>	0,66
Pera	<i>Pera glabrata</i>	0,67
Guayabón	<i>Terminalia amazonia</i>	0,68
Pilón rebalseo	<i>Andira surinamensis</i>	0,70
Carocaró	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,72
Maderas Duras		> 0,75
Coco blanco	<i>Lecythis corrugata</i>	0,78
Purgo	<i>Pouteria plicata</i>	0,80
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	0,81
Perguo	<i>Manilkara bidentata</i>	0,87
Acaparo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,92

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE). Dirección General, Patrimonio Forestal (DGPF). Sistema de Información Geográfica Forestal (SIGEFOR, 2018), con modificaciones.

Anexo 18.

Plantaciones forestales registradas en el estado Barinas, año 2021.

Municipios	Superficie (ha)	Especies
Antonio José de Sucre	11,88	
Barinas	24,11	Teca, Melina, Caobo,
Cruz Paredes	6,48	Cedro, Saquisaqui,
Ezequiel Zamora	4,90	Apamate, Pardillo Negro,
Obispos	127,12	Samán, Masaguaro,
Pedraza	19,08	Mijao, Camoruco,
Rojas	3,51	Guayabón, Gateado,
Sosa	59,14	Palo de Mora, entre otros.
Total	256,22	

Fuentes: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN, 2008), con modificaciones.

Anexo 19.

Plantaciones forestales y reforestaciones realizadas en cuencas hidrográficas del estado Barinas, año 2021.

Cuencas Hidrográficas	Municipios	Superficie (ha)
Río Acequias	Pedraza	30,00
Río Caipe	Obispos	25,0
Río Calderas	Bolívar	65,13
Río Canaguá	Pedraza	15,00
Río Curbatí	Pedraza y Barinas	21,00
Río La Yuca	Cruz Paredes	317,64
Río Masparro	Cruz Paredes, Obispos, Alberto Arvelo Torrealba y Rojas	140,88
Río Pagüey	Barinas, Bolívar y Pedraza	20,00
Río Santa Bárbara	Ezequiel Zamora	10,00
Río Santo Domingo	Bolívar, Barinas y Obispos	208,68
Total		853,33

Fuentes: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN, 2008).

Anexo 20.

Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) donde se aprovechan bosques nativos ubicadas en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Tipo de ÁBRAE	Superficie (ha)
Antonio José de Sucre	Reserva Forestal Ticoporo	9.357,80
Andrés Eloy Blanco y Ezequiel Zamora	Reserva Forestal Caparo	8.718,50
Obispos, Sosa, Rojas y Bolívar	Área Rural de Desarrollo Integral	25.050,00
Antonio José de Sucre, Ezequiel Zamora y Pedraza	Zona de Seguridad Fronteriza	554,46
Rojas	Área Boscosa Bajo Protección La Danta	656,45
Sosa	Área Boscosa Bajo Protección El Clavo	477,20
Alberto Arvelo Torrealba	Área Boscosa Bajo Protección Piedemonte Portuguesa	2.703,25
Total		47.517,66

Anexo 21.

Superficie de los bosques de galería de los ríos del estado Barinas, año 2021.

Ríos	Longitud (m)	Ancho Prom. (m)	Superficie (ha)
Guanaparo	42.071	70	294,50
Guanare	1.356	60	8,14
Guanare Viejo	1.793	60	10,76
Masparro	212.066	55	1.166,36
La Yuca	63.423	40	253,69
Caipe	75.642	25	189,11
Calderas	41.650	70	291,55
Santo Domingo	194.112	40	776,45
Bum-Bum	86.338	60	518,03
Escagüey	23.245	40	92,98
Pagüey	194.000	50	970,00
Canaguá	217.000	50	1.085,00
Ticoporo	107.890	55	593,40
Socopó	36.259	55	199,42
Anaro	51.942	80	415,54
Michay	87.233	40	348,93
Zapa	52.454	40	209,82
Pedraza La Vieja	43.081	60	258,49
Santa Bárbara	75.868	60	455,21
Acequias	97.208	70	680,46
Curbatí	66.647	70	466,53
Bejuquero	24.741	80	197,93
Sioca	23.670	30	71,01
Caparo	25.181	60	151,09
Caparo Viejo	131.158	50	655,79
Doradas	15.817	50	79,09
Uribante	148.069	60	888,41
Siningüis	21.078	30	63,23
Total			11.096,42

Anexo 22.

Superficie afectada por incendios de vegetación en los municipios y Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) en el estado Barinas, año 2021.

Municipios	Superficie (ha)	Tipo de Vegetación		
		Alta	Media	Baja
Barinas, Bolívar, Obispos, Cruz Paredes, Alberto Arvelo Torrealba, Rojas, Sosa, Pedraza, Antonio José de Sucre, Pedraza, Ezequiel Zamora y Andrés Eloy Blanco	1.940	712	717	511
ABRAE	Superficie (ha)	Tipo de Vegetación		
		Alta	Media	Baja
Área Rural de Desarrollo Integral (ARDI)				
Municipios Bolívar, Obispos, Rojas y Sosa	37	0	12	25
Parque Nacional (PN)				
Tapo-Caparo	10	0	5	5
Zona Protectora (ZP)				
Cuenca Alta de los Ríos Guanare, Boconó, Tucupido, Masparro y La Yuca	243	12	69	162
Total	2.230	724	803	703

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE), Unidad Territorial Ecosocialista (UTE) Barinas.

Anexo 23.

Parroquias urbanas, periurbanas y rurales con sus respectivas superficie del municipio Barinas del estado Barinas, año 2021.

Municipio Barinas: Área Urbana			
Capital	Parroquia	Capital	Superficie (ha)
Barinas	Ramón Ignacio Méndez	Barinas	4.329,60
	Alto Barinas	Barinas	2.705,35
	Corazón de Jesús	Barinas	2.548,80
	El Carmen	Barinas	514,07
Barinas	Rómulo Betancourt	Barinas	1.010,91
	Barinas	Barinas	236,4
Subtotal			11.345,13

Anexo 23. (Cont.).

Parroquias urbanas, periurbanas y rurales con sus respectivas superficie del municipio Barinas del estado Barinas, año 2021.

Municipio Barinas: Área Periurbana			
Barinas	Manuel Palacios Fajardo	La Caramuca	205,02
	Alfredo Arvelo Larriva	Quebrada Seca	135,37
	Dominga Ortiz de Páez	La Mula	123,24
	Juan Antonio Rodríguez Domínguez	El Corozo	125,13
Subtotal			588,76
Municipio Barinas: Área Rural			
Barinas	San Silvestre	San Silvestre	105,19
	Santa Lucía	Santa Lucía	104,75
	Torunos	Torunos	94,37
	Santa Inés	Santa Inés	72,39
Subtotal			376,70
Total			12.310,59

Anexo 24.

Municipios foráneos con sus respectivas parroquias y superficie del estado Barinas, año 2021.

Municipio Antonio José de Sucre			
Capital	Parroquia	Capital	Superficie (ha)
Socopó	Socopó	Ticoporo	1.004,00
	Andrés Bello	Bum-Bum	63,37
	Nicolás Pulido	Chameta	52,53
Subtotal			1.119,90
Municipio Pedraza			
Ciudad Bolivia	Ciudad Bolivia	Ciudad Bolivia	605,27
	Ignacio Briceño	Maporal	40,94
	José Antonio Páez	San Rafael de Canaguá	201,76
	José Félix Rivas	Curbatí	100,87
Subtotal			948,84
Municipio Ezequiel Zamora			
Santa Bárbara	Santa Bárbara	Santa Bárbara	738,87
	José Ignacio del Pumar	Pedraza La Vieja	184,72
	Pedro Briceño Méndez	Capitanejo	146,29

Anexo 24. (Cont.).

Municipios foráneos con sus respectivas parroquias y superficie del estado Barinas, año 2021.

Municipio Ezequiel Zamora			
Santa Bárbara	Ramón Ignacio Méndez	Punta de Piedra	166,91
Subtotal			1.236,79
Municipio Bolívar			
Barinitas	Barinitas	Barinitas	509,07
	Altamira de Cáceres	Altamira de Cáceres	147,01
	Calderas	Calderas	251,49
Subtotal			907,57
Municipio Alberto Arvelo Torrealba			
Sabaneta	Sabaneta	Sabaneta	437,60
	Juan Antonio Rodríguez Domínguez	Veguitas	54,70
	Subtotal		
Municipio Rojas			
Libertad	Libertad	Libertad	169,85
	Dolores	Dolores	60,03
	Santa Rosa	Santa Rosa	77,48
	Manuel Palacios Fajardo	Mijagual	40,00
	Simón Rodríguez	Arauquita	35,64
Subtotal			329,00
Municipio Obispos			
Obispos	Obispos	Obispos	633,89
	La Luz	La Luz	46,62
	El Real	El Real	35,19
	Los Guasimitos	Los Guasimitos	104,72
Subtotal			820,42
Municipio Cruz Paredes			
Barrancas	Barrancas	Barrancas	435,83
	El Socorro	La Yuca	27,82
	Masparrito	Masparrito	20,30
Subtotal			483,95
Municipio Sosa			
Ciudad de Nutrias	Ciudad de Nutrias	Ciudad de Nutrias	107,78
	El Regalo	El Regalo	19,96
	Puerto de Nutrias	Puerto de Nutrias	28,52
	Santa Catalina	Santa Catalina	17,28
	Simón Bolívar	Las Casitas del Vegón de Nutrias	36,99
Subtotal			210,53

Anexo 24. (Cont.).

Municipios foráneos con sus respectivas parroquias y superficie del estado Barinas, año 2021.

Municipio Arismendi			
Arismendi	Arismendi	Arismendi	141,03
	Guadarrama	Guadarrama	15,97
	La Unión	La Unión	14,66
	San Antonio	San Antonio	13,45
Subtotal			185,11
Municipio Andrés Eloy Blanco			
El Cantón	El Cantón	El Cantón	479,19
	Puerto Vivas	Puerto Vivas	99,72
	Santa Cruz de Guacas	Santa Cruz de Guacas	84,51
Subtotal			663,42
Total			7.397,83

Fuentes: Reforma de la Ley de División Político Territorial del Estado Barinas (RLDPTEB, 1999).

Anexo 25.

Municipios y sus capitales con sus respectivas superficies de áreas construidas del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Capital	Superficie (ha)
Barinas	Barinas	12.310,59
Ezequiel Zamora	Santa Bárbara	1.236,79
Antonio José de Sucre	Socopó	1.119,90
Municipio Pedraza	Ciudad Bolivia	948,84
Bolívar	Barinitas	907,57
Obispos	Obispos	820,42
Andrés Eloy Blanco	El Cantón	663,42
Alberto Arvelo Torrealba	Sabaneta	492,30
Cruz Paredes	Barrancas	483,95
Rojas	Libertad	329,00
Sosa	Ciudad de Nutrias	210,53
Arismendi	Arismendi	185,11
Total		19.708,42

Anexo 26.

Infraestructura en vialidad para el transporte en el estado Barinas, año 2021

Vías de Comunicación	Superficie (ha)
Autopistas	495,44
Troncales	495,53
Vías Asfaltadas	422,25
Vías Engrazonadas	317,59
Vías de Tierra	288,54
Total	2.019,35

Anexo 27.

Área del embalse Manuel Palacios Fajardo (Embalse Masaparro) del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Parroquias	Cuenca Hidrográfica	Área de la Cuenca (ha)	Espejo de Agua (ha)
Cruz Paredes	Barrancas y Masparrito	Río Masparro	50.000	3.689
Alberto Arvelo	Sabaneta y Juan Antonio			
Toreralba	Rodríguez Domínguez			

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE), Unidad Territorial Ecosocialista (UTE) Barinas.

Anexo 28.

Uso de las tierras en el estado Barinas, año 2021.

Uso de las Tierras	Superficie (ha)
Superficie Agrícola	
Superficie ocupada con cultivos agrícolas	77.356
Subtotal	77.356
Superficie Pecuaria	
Superficie ocupada con ganadería	2.957.769
Superficie ocupada con pastos	212.066
Subtotal	3.169.835
Superficie Pesquera	
Cursos de agua	25.701,48
Cuerpos de agua	233,43
Subtotal	25.934,91
Superficie Forestal	
Bosques naturales aprovechados	47.517,66

Anexo 28.

Uso de las tierras en el estado Barinas, año 2021.

Uso de las Tierras	Superficie (ha)
Plantaciones forestales y plantaciones en cuencas hidrográficas	853,33
Bosques plantados	256,22
Subtotal	48.627,21
Superficie de Carbono	
Bosques de galería	11.096,42
Parque Nacional Tapo-Caparo	205.000
Superficie dentro del PN Sierra Nevada	90.560
Superficie dentro del MN Tetas de Niquitao-Guirigay	6.812
Incendios de vegetación	2.230
Subtotal	315.698,42
Superficie de Infraestructura	
Áreas urbanizadas	19.708,42
Vías de comunicación	2.019,35
Embalse Masparro	3.689
Canal de riego	15,0
Subtotal	25.431,77
Total	3.662.883,31

Anexo 29.

Cálculos realizados para la estimación de la Biocapacidad del estado Barinas, año 2021.

Subhuellas Ecológicas del Estado Barinas	Superficie Utilizada (ha)	Biocapacidad
Agrícola	77.356	0,082001
Pecuaría	3.169.835	3,134558
Pesquera	25.934,91	0,009975
Forestal (Bosques aprovechados)	48.627,21	0,012664
De Carbono (Bosques protegidos)	315.698,42	-----
De Infraestructura	25.431,77	0,027029
Superficie disponible	15.588,56	0,016520
Subtotal	3.097.600	3,283
Menos (-) 12 % Biodiversidad	422.400	2,802
Total		0,481

Anexo 30.

Áreas destinadas al Uso Agrícola y Pecuario en el estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Sistema de Plantaciones Agrícolas y Ganadería Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad		84.296
Sectores de El Cantón, Costa de Caparo, Sabanas de Camachero y Paivita	Ezequiel Zamora	17.972
Sur del Centro Poblado de Socopó	Antonio José de Sucre	15.144
Lengüeta de Barinas, Costa de Curito, El Cedrito, El Jobo y Sur de Macagual	Ezequiel Zamora y Antonio José de Sucre	29.741
Parcelamiento Capitanejo y Caño Anaro	Ezequiel Zamora y Antonio José de Sucre	21.439
Sistema de Plantaciones Agrícolas		20.618
Sur del Centro Poblado de Ciudad Bolivia	Pedraza	20.618
Sistema Agrícola Mecanizado de Secano e Intensivo, con Riego Complementario Derivado de Aguas Subterráneas		215.928
Planicie entre los Ríos Ticoporo y Acequias, Canaguá y Ticoporo, Masparro y Santo Domingo y Sabanas de La Caramuca	Pedraza, Obispos y Barinas	215.928
Sistemas Agrícolas Intensivos con Riesgos Complementarios; Derivados de Aguas Superficiales y Subterráneas		296.492
Planicie entre los Ríos Pagüey y Canaguá y Santo Domingo y Pagüey	Pedraza y Barinas	112.029
Planicie entre los Ríos Masparro y Caipe y Borburata	Obispos	38.133
Planicie entre los Ríos Boconó y Masparro	Rojas y Sosa	146.330
Poblaciones de Sabaneta y Veguitas	Alberto Arvelo Torrealba	
Sistemas Agrícolas Mecanizados Bajo Regímenes de Lluvia		62.460
Sectores Sabanas de Pagüey al Sur del Centro Poblado de Las Guayabitas, Costas del Masparro y El Toreño	Barinas, Cruz Paredes, Obispos, Alberto Arvelo Torrealba y Rojas	44.352

Anexo 30. (Cont.).

Áreas destinadas al Uso Agrícola y Pecuario en el estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Montañas del Tablantero, Sabanas de Calleja, Masparro y La Calceta	Pedraza, Barinas, Alberto Arvelo Torrealba y Rojas	18.108
Ganadería Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad		133.012
Delicias, El Delicias, El Yaure, Suripá, Santa Bárbara, Planicie entre los Ríos Zapa Batatuy, Bum-Bum, Sabanas de Palma Sola al Norte de la Población de Pedraza La Vieja	Ezequiel Zamora, Antonio José de Sucre y Pedraza	38.955
Sector Costa de Caño Claro	Ezequiel Zamora	13.502
Tamborín, Sabanas La Maracas, Sabanas de Paiva, Planicie entre los Ríos Quiú, y Pedraza la Vieja, Sabanas de Garza	Ezequiel Zamora y Barinas	80.555
Ganadería Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad, Ganadería Intensiva con Riego Complementario y Ganadería con Agricultura Complementaria		21,986
El Tesoro, Piedemonte entre los Ríos Pagüey y Canaguá y al Este de Ciudad Bolivia	Ezequiel Zamora y Barinas	21.986
Sistema de Ganadería Intensiva con Riego Complementario		2.919
El Jobal	Obispos	2.919
Sistema Agrícola Mecanizado Bajo Régimen de Lluvia y con Riego Complementario, Derivado de Aguas Superficiales y Subterráneas		
Planicie del Río Masparro	Alberto Arvelo Torrealba y Rojas	25.954
Sistema de Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad		13.884
Sabanas de Corocito Cajeta y El Milagro, Planicie entre los Ríos Curbatí, Pagüey y Canaguá	Barinas	13.884

Anexo 30. (Cont.).

Áreas destinadas al Uso Agrícola y Pecuario en el estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Sistema Agrícola Mecanizado Bajo Régimen de Lluvia y Agricultura Intensiva con Riego Complementario, Derivado de Aguas Subterráneas		
El Regalo	Sosa	19.888
Sistema de Producción Agrícola Mecanizado Bajo Régimen de Lluvia y Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad		100.077
Sectores Las Vegas de Guanaparo y Norte de la Población d Arismendi	Sosa y Arismendi	75.947
Banco Caraballero	Rojas	24.130
Sistema Agrícola Mecanizado Bajo Régimen de Lluvia y Ganadería con Riego Complementario		
Guadarrama	Arismendi	5.428
Sistema de Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad, Ganadería Extensiva con Prácticas de Recuperación de Suelos y Sistemas Agrosilvopastoril		7.232
Sector Costa de Caño Amarillo y Costa de Caño Grande	Ezequiel Zamora	7.232
Sistema de Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad, Ganadería Extensiva Estacional		32.477
Sectores de Costa Anarú y Sabanas de San Miguel	Ezequiel Zamora	32.477
Sistema de Ganadería Semi-Intensiva con Prácticas de Conservación de Suelos		3.695
Sabanas de Las Palmitas	Barinas	3.695
Sistema Agrícola Mecanizado Bajo Régimen de Lluvia y Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad y Ganadería Intensiva Mejorada		70.250
Sabanas de Los Patos	Sosa y Arismendi	70.250

Anexo 30. (Cont.).

Áreas destinadas al Uso Agrícola y Pecuario en el estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Sistema de Ganadería Extensiva Mejorada y Ganadería Semi-Intensiva con Mejoramiento de Drenaje y Vialidad		84.649
Caño Indio, Costa de Guanaparo y La Unión	Arismendi	50.256
Sector Caño El Muerto y Costa de Guanare Viejo	Arismendi	34.393
Total		1.129.973

Fuente: Reforma Parcial del Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (RPPOTEB, 2011), año 2018.

Anexo 31.

Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) ubicadas en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Tipos de ÁBRAE	Superficie (ha)
Antonio José de Sucre	Reserva Forestal Ticoporo	187.156
Andrés Eloy Blanco y Ezequiel Zamora	Reserva Forestal Caparo	174.370
Obispos, Sosa, Rojas y Bolívar	Reserva Nacional Hidráulica	501.000
Obispos, Sosa, Rojas y Bolívar (Solapada)	Área Rural de Desarrollo Integral	501.000
Rojas	Zona Protectora Área alrededor de la laguna La Danta	2.203
Alberto Arvelo Torrealba	Zona Protectora de las Cuencas de los Ríos Guanare, Boconó, Tucupido, Masparro y La Yuca	422.443
Alberto Arvelo Torrealba	Zona Protectora de la margen izquierda del Río Masparro	5.000
Antonio José de Sucre, Ezequiel Zamora y Pedraza	Zona de Seguridad Fronteriza	11.089, 23
Bolívar, Pedraza y Antonio José de Sucre	Parque Nacional Sierra Nevada	90.560

Anexo 31.

Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) ubicadas en los municipios del estado Barinas, año 2021.

Municipios	Tipos de ÁBRAE	Superficie (ha)
Antonio José de Sucre, Ezequiel Zamora	Parque Nacional Tapo- Caparo	205.000
Bolívar	Monumento Natural Tetas de Niquitao-Guirigay	6.812
Rojas	Área Boscosa Bajo Protección La Danta	13.129
Pedraza y Andrés Eloy Blanco	Área Boscosa Bajo Protección Río Apure- Caparo	18.535
Barinas	Área Boscosa Bajo Protección Río Santo Domingo	155.152
Sosa	Área Boscosa Bajo Protección El Clavo	9.544
Alberto Arvelo Torrealba	Área Boscosa Bajo Protección Piedemonte Portuguesa	54.065
Antonio José de Sucre	Reserva de Fauna Silvestre Sabanas de Anaro	16.331
Total		1.872.389,23

Anexo 32.

Áreas de Alta Preservación del estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Sureste de la Población de El Cantón	Ezequiel Zamora	6.249
Sureste de la Población de Punta de Piedra en la Costa de Caparo	Ezequiel Zamora	6.249
Sabanas de Camachero	Ezequiel Zamora	1.779
Paivita	Ezequiel Zamora	502
Sur del Centro Poblado de Socopó	Antonio José de Sucre	15.144
Sur del Centro Poblado de Ciudad Bolivia	Pedraza	20.618
Planicie entre los Ríos Ticoporo y Acequia	Pedraza	80.828
Sabanas La Caramuca	Barinas	2.600
Sabanas del Pagüey	Barinas	4.653

Anexo 32. (Cont..).*Áreas de Alta Preservación del estado Barinas, año 2021.*

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
El Toreño-Barinas	Barinas	35.169
Sur del Centro Poblado de Las Guayabitas	Cruz Paredes	867
Costa de Masparro	Alberto Arvelo Torrealba	9.853
Este de la Población de Barrancas	Cruz Paredes	593
Planicie entre los Ríos Masparro y Caipe	Obispos	34.986
Borburata	Obispos	3.147
Planicie entre los Ríos Boconó y Masparro	Rojas y Sosa	146.330
Poblaciones de Sabaneta y Veguitas	Alberto Arvelo Torrealba	3.102
Planicie entre los Ríos Canaguá y Ticoporo	Pedraza	51.134
Planicie entre los Ríos Masparro y Santo Domingo	Obispos	81.376
Planicie entre los Ríos Pagüey y Canaguá	Pedraza y Barinas	67.053
Planicie entre los Ríos Santo Domingo y Pagüey	Barinas	42.846
Total		615.078

Fuente: Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB, 1992), año 2018.

Anexo 33.*Áreas de Mediana Preservación del estado Barinas, año 2021.*

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Lengüeta de Barinas	Ezequiel Zamora	17.835
El Cedrito	Ezequiel Zamora	1.870
Costa de Curito	Ezequiel Zamora	2.144
El Jobo	Ezequiel Zamora	6.797
Sur de Macagual	Ezequiel Zamora	1.095
Las Delicias	Ezequiel Zamora	5.337
El Yaure	Ezequiel Zamora	1.596
Maporalito	Ezequiel Zamora	2.053
Suripá	Ezequiel Zamora	1.095
Sur de la Ciudad de Santa Bárbara	Ezequiel Zamora	2.554

Anexo 33.

Áreas de Mediana Preservación del estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Planicie entre los ríos Zapa y Batatuy	Antonio José de Sucre	7.526
Bum-Bum	Antonio José de Sucre	12.225
Sabanas de Palma Sola	Antonio José de Sucre y Pedraza	4.060
Norte de la Población de Pedraza La Vieja	Ezequiel Zamora	2.509
Parcelamiento Capitanejo	Ezequiel Zamora	17.744
Caño Anaro	Antonio José de Sucre	3.695
El Tesoro	Pedraza	1.505
Piedemonte entre los Ríos Pagüey y Canaguá	Pedraza	13.456
Este de Ciudad Bolivia	Pedraza	7.025
El Jobal	Obispos	2.919
Montañas de Tablantero	Pedraza	3.968
Sabanas de Calleja	Barinas	5.884
Masparro	Obispos	4.288
Calceta	Alberto Arvelo Torrealba	3.968
El Regalo	Sosa	19.888
Sectores de las Vegas de Guanaparo	Sosa y Arismendi	55.786
Norte de Arismendi	Arismendi	20.161
Guadarrama	Arismendi	5.428
Planicie del Río Masparro	Alberto Arvelo Torrealba	25.954
Total		260.365

Fuente: Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB, 1992), año 2018.

Anexo 34.

Áreas de Baja Preservación del estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Sector Costa de Caño Grande	Ezequiel Zamora	2.554
Costa de Caño Amarillo	Ezequiel Zamora	4.698
Costa de Caño Claro	Ezequiel Zamora	13.502
Tamborín	Ezequiel Zamora	2.372
Sabanas Las Maracas	Ezequiel Zamora	14.460
Sabanas de Paiva	Ezequiel Zamora	18.656

Anexo 34.

Áreas de Baja Preservación del estado Barinas, año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Planicie entre los Ríos Quiú y Pedraza La Vieja	Ezequiel Zamora	29.056
Sabanas de Garza	Ezequiel Zamora	16.011
Sector Costa Anarú	Ezequiel Zamora	18.656
Sabanas de San Miguel	Ezequiel Zamora	13.821
Sabanas de El Milagro	Ezequiel Zamora	5.337
Planicie entre los Ríos Curbatí y Pagüey La Clinuda	Pedraza	2.418
Sabanas de Las Palmitas	Arismendi	1.688
Sector Banco Caraballero	Barinas	3.695
Sabanas de Los Patos	Rojas	24.130
Caño Indio	Sosa y Arismendi	70.520
Costa de Guanaparo	Arismendi	6.568
Sector Caño El Muerto	Arismendi	43.698
Costa de Guanare Viejo	Arismendi	13.639
Total		20.754
		326.233

Anexo 35.

Zonas o Áreas de Uso Minero y Energético ubicados en el estado Barinas (POTEB, 2011), año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Arenas y Gravas		
Río Boconó	Alberto Arvelo Torrealba	
Río Masparro	Alberto Arvelo Torrealba y Obispos	
Río La Yuca	Cruz Paredes	
Río Santo Domingo	Barinas y Obispos	
Río Canaguá	Pedraza	
Río Santa Bárbara	Ezequiel Zamora	
Quebrada La Caramuca	Barinas	
Quebradas del Piedemonte al Norte de la Carretera Troncal 5, entre los Ríos Boconó, Santo Domingo, Masparro y La Yuca	Alberto Arvelo Torrealba, Obispos y Barinas	

Anexo 35. (Cont.).

Zonas o Áreas de Uso Minero y Energético ubicados en el estado Barinas (POTEB, 2011), año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Arcillas		
Cuenca de la Quebrada La Arenosa	Barinas	
Cuenca del Río Calderas	Bolívar	
Cuenca del Río La Yuca	Cruz Paredes	
Sector Cerro Azul	Bolívar	
Calizas		
Vía Barinas-Barinitas, en la Cuenca del Río Santo Domingo	Barinas	
Vía Altamira-Calderas, en la Cuenca del Río Calderas	Bolívar	
Cuenca del Río Capitanejo	Ezequiel Zamora	
Feldespatos		
Cuenca del Río Santo Domingo, y Vía Barinitas-Santo Domingo	Bolívar	
Caolín		
Localidad de El Cambur	Ezequiel Zamora	
Este de la Ciudad de Santa Bárbara	Ezequiel Zamora	
Arenas Silíceas		
Sector El Curito	Ezequiel Zamora	
Cuenca de la Quebrada La Bellaca	Bolívar	
Sector Cerro Azul	Bolívar	
Arenas Asfálticas		
Cuenca del Río Capitanejo	Ezequiel Zamora	
Población de Chameta entre los Ríos Quiú y Zapa	Antonio José de Sucre	
Cuarzo		
Cuenca de la Quebrada Camatuche al Norte de la Ciudad de Santa Bárbara	Ezequiel Zamora	
Mármol		
La Palestina	Ezequiel Zamora	
Pirita de Cobre		
Castillera	Ezequiel Zamora	
Hierro		
El Yaure	Ezequiel Zamora	
Fosforita		
La Palestina	Ezequiel Zamora	

Anexo 35.

Zonas o Áreas de Uso Minero y Energético ubicados en el estado Barinas (POTEB, 2011), año 2021.

Ubicación	Municipio	Superficie (ha)
Minerales Radiactivos		
La Palestina	Ezequiel Zamora	
Explotación Petrolera		
Planicie Aluvial entre los Ríos Canaguá y Masparro	Barinas, Obispos y Pedraza	*217.000

Fuente: Decreto N° 230/11 referido a la Reforma Parcial del Decreto N° 104 de fecha 31-07-1992, sobre el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Barinas (POTEB, 1992; RPPOTEB, 2011). *Las demás superficies se deben definir en la revisión del POTEB.

Anexo 36.

Superficie de los municipios y parroquias con sus respectivas capitales del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Capital	Parroquia	Capital	Superficie (ha)
Alberto Arvelo Torrealba	Sabaneta	Sabaneta	Sabaneta	41.389,09
		Juan Antonio Rodríguez Domínguez	Veguitas	37.926,92
Subtotal				79.316,01
Antonio José de Sucre	Socopó	Socopó	Ticoporo	190.724,85
		Andrés Bello	Bum-Bum	55.335,53
		Nicolás Pulido	Chameta	69.252,38
Subtotal				315.312,76
Arismendi	Arismendi	Arismendi	Arismendi	225.297,47
		Guadarrama	Guadarrama	78.994,44
		La Unión	La Unión	219.703,13
		San Antonio	San Antonio	234.340,65
Subtotal				758.335,69
		Ramón Ignacio Méndez	Barinas	4.329,97
		Alto Barinas	Barinas	27.053,5
		Corazón de Jesús	Barinas	2.548,8
		El Carmen	Barinas	514,07
		Rómulo Betancourt	Barinas	1.010,91
		Barinas	Barinas	236,4

Anexo 36. (Cont.).

Superficie de los municipios y parroquias con sus respectivas capitales del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Capital	Parroquia	Capital	Superficie (ha)	
Barinas	Barinas	Manuel Palacios Fajardo	La Caramuca	26.281,7	
		Alfredo Arvelo Larriva	Quebrada Seca	6.353,67	
		Dominga Ortiz de Páez	La Mula	13.322,39	
		Juan Antonio Rodríguez Domínguez	El Corozo	13.511,27	
		San Silvestre	San Silvestre	82.403,11	
		Santa Lucía	Santa Lucía	92.447,48	
		Torunos	Torunos	45.703,67	
		Santa Inés	Santa Inés	30.723,99	
		Subtotal			346.440,93
		Bolívar	Barinitas	Barinitas	Barinitas
Altamira de Cáceres	Altamira de Cáceres			24.701,07	
Calderas	Calderas			35.149,03	
Subtotal			110.756,51		
Cruz Paredes	Barrancas	Barrancas	Barrancas	28.185,93	
		El Socorro	La Yuca	33.783,30	
		Masparrito	Masparrito	20.428,67	
Subtotal			82.397,90		
Ezequiel Zamora	Santa Bárbara	Santa Bárbara	Santa Bárbara	256.183,58	
		José Ignacio del Pumar	Pedraza La Vieja	43.332,02	
Zamora	Bárbara	Pedro Briceño Méndez	Capitanejo	52.053,68	
		Ramón Ignacio Méndez	Punta de Piedra	46.691,43	
Subtotal			398.260,71		
Obispos	Obispos	Obispos	Obispos	63.390,58	
		La Luz	La Luz	97.662,50	
		El Real	El Real	11.817,70	
		Los Guasimitos	Los Guasimitos	10.472,38	
Subtotal			183.343,16		

Anexo 36. (Cont.).

Superficie de los municipios y parroquias con sus respectivas capitales del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Capital	Parroquia	Capital	Superficie (ha)
Pedraza	Ciudad Bolivia	Ciudad Bolivia	Ciudad Bolivia	226.484,45
		Ignacio Briceño	Maporal	240.191,51
		José Antonio Páez	San Rafael de Canaguá	29.841,55
		José Félix Rivas	Curbatí	11.027,01
Subtotal				707.544,52
Rojas	Libertad	Libertad	Libertad	16.854,12
		Dolores	Dolores	20.604,68
		Santa Rosa	Santa Rosa	37.749,62
		Manuel Palacios Fajardo	Mijagual	40.000,15
		Simón Rodríguez	Arauquita	51.862,81
Subtotal				167.071,38
Sosa	Ciudad de Nutrias	Ciudad de Nutrias	Ciudad de Nutrias	90.780,31
		El Regalo	El Regalo	72.489,72
		Puerto de Nutrias	Puerto de Nutrias	30.350,17
		Santa Catalina	Santa Catalina	61.022,68
		Simón Bolívar	Las Casitas del Vegón de Nutrias	114.696,93
Subtotal				369.339,81
Andrés Eloy Blanco	El Cantón	El Cantón	El Cantón	67.915,57
		Puerto Vivas	Puerto Vivas	39.976,04
		Santa Cruz de Guacas	Santa Cruz de Guacas	72.451,16
Subtotal				180.342,77
Total				3.698.462,15

Fuentes: Reforma de la Ley de División Político Territorial del Estado Barinas (RLDPTEB, 1999).

Anexo 37.

Superficie de las autopistas, troncales y vías de comunicación asfaltadas, engranzonadas y de tierra del estado Barinas, año 2021.

Autopistas	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (ha)
Barinas-Puente Páez-Boconoito (Límite estado Portuguesa)	232.600	21,30	495,44
Total autopistas			495,44
Troncales			
Empalme Puente Páez-Veguitas-Sabaneta	30.000	13,20	39,60
Barinas-Quebrada Seca-Barinitas	22.000	13,20	29,04
Barinitas-Santo Domingo (Límite estado Mérida)	60.000	13,20	79,20
Barinas-La Caramuca-El Corozo-La Mula-Curbatí-El Pagüey-Pedraza-Socopó-Santa Bárbara-Punta de Piedra (Límite estado Táchira)	144.800	13,20	191,14
Puente Páez-Sabaneta-Mijagual-Santa Rosa-Dolores-Libertad-Ciudad de Nutrias (Límite estado Apure)	118.600	13,20	156,55
Total troncales			495,53
Asfaltadas			
Empalme Barinitas-Altamira-Agua Fría-Calderas	28.200	7,20	20,30
Barinas-Punta Gorda-Caroní-Torunos-El Real-La Luz-Libertad-Santa Rosa-Dolores	90.000	7,20	64,80
Torunos-Santa Inés- Santa Lucía	92.000	7,20	66,24
Empalme Santa Inés-San Silvestre-San Rafael de Canaguá	85.000	7,20	61,20
Obispos-Banco Arenero-Borburata	25.000	7,20	18,00
Empalme Barinas-El Jobal-San José Obrero-La Yuca- Barrancas-Masparro-Boconoíto (Límite estado Portuguesa)	60.000	7,2	43,20
Barinas-Guamito-Pagüicito	45.000	7,2	32,40
Ciudad Bolivia-Boca de Anaro	35.700	7,2	25,70
Otras vías asfaltadas	33.570	7,2	24,17
Total vías asfaltadas			422,25
Engranzonadas			
Vías engranzonadas	441.100	7,2	317,59
Total vías engranzonadas			317,59

Anexo 37. (Cont.).

Superficie de las autopistas, troncales y vías de comunicación asfaltadas, engrazonadas y de tierra del estado Barinas, año 2021.

Autopistas De Tierra	Longitud (m)	Ancho (m)	Superficie (ha)
Vías de tierra	480.900	6,0	288,54
Total vías de tierra			288,54
Total			2.019,35

Anexo 38.

Embalse Manuel Palacios Fajardo (Embalse Masparro) del estado Barinas, año 2021.

Municipio	Parroquias	Cuenca Hidrográfica	Afluentes Principales (Ríos)	Afluentes Secundarios (Qdas.)	Área de la Cuenca (ha)	Espejo de Agua (ha)
Cruz Paredes	Barrancas y Masparrito	Río Masparro	La Yuca, Caípe y Azul	El Socó, Peña Morada, La Masparrito, Arenosa, El Toro, El Quebradón, Las Manos y La Amarilla	50.000	3.689
Alberto Arvelo Toreralba	Sabaneta y Juan Antonio Rodríguez Domínguez					

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MPPE), Unidad Territorial Ecosocialista (UTE) Barinas.

GLOSARIO

Aprovechamiento Sustentable: Se refiere al uso o explotación de un recurso mediante un proceso de extracción, transformación, o valoración que permite o promueve su recuperación, de modo que garantiza su renovación y permanencia en el largo plazo.

Biocentrismo: Término aparecido a principios de 1970 para designar a toda teoría ética que afirme que todo ser vivo merece respeto moral; en términos etimológicos significa “la vida es el centro de la vida”.

Biodiversidad: Contracción de diversidad biológica, que es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Bioma: Es una gran zona del medio ambiente vivo de una región concreta del planeta caracterizada por tener una vegetación distintiva y condiciones climáticas propias.

Capital Natural: El capital o patrimonio natural equivale a la existencia de bienes medioambientales, como el suelo, la biodiversidad y el agua dulce, que les reportan beneficios a los seres humanos, es decir, es la reserva de los activos ecológicos vivos que producen bienes y servicios de forma continuada.

Cuentas Nacionales de la Huella: El conjunto central de datos sobre el que se calculan las huellas y biocapacidad es del mundo y aproximadamente 150 naciones desde 1961 hasta el presente, generalmente con una demora de tres años debido a la disponibilidad de datos.

Déficit de Biocapacidad: Es la diferencia entre la biocapacidad y la huella ecológica de una región o país, dado que el déficit de biocapacidad se produce cuando la huella de una población supera la biocapacidad del área disponible para esa población; en cambio, se produce un resto de biocapacidad cuando ésta supera a la huella de una población. Cuando hay un déficit regional o nacional de biocapacidad, significa que la región tiene que importar biocapacidad a través del comercio o liquidar los activos ecológicos regionales; contrariamente, el déficit global de biocapacidad no se puede compensar a través del comercio y por tanto es igual a la translimitación.

Desarrollo Humano: Es un proceso para ampliar las opciones de la gente, lo cual se consigue expandiendo las capacidades y funcionamiento humanos; por lo tanto, en todos los niveles del desarrollo, las tres capacidades esenciales son que la gente viva una vida larga y saludable, tenga conocimientos y acceso a recursos necesarios para un nivel de vida decente.

Exceso Ecológico: El exceso ecológico mundial tiene lugar cuando la demanda de la humanidad a la naturaleza excede la provisión de la biósfera o su capacidad regenerativa, puesto que este exceso conduce al agotamiento del capital o patrimonio natural que sostiene la vida en la Tierra y a una acumulación de basura. A nivel global, el déficit ecológico y el exceso son lo mismo, puesto que no existen importaciones netas de recursos para el planeta, ya que el exceso local tiene lugar cuando se explota un ecosistema local a mayor velocidad de lo que puede regenerarse.

Factor de Equivalencia (EQF): Es el factor que está dado para los diferentes tipos de uso de suelo, y permite convertir el área real en hectáreas de diferentes tipos de uso de la tierra en sus equivalentes hectáreas globales.

Factor de Productividad (YF): Es la relación entre las productividades promedio municipales y nacionales, se expresa en hectáreas mundiales por hectáreas nacionales (ham/han). Es calculado en términos de disponibilidad anual de productos útiles.

Hectárea Global: Es un área ponderada según su productividad utilizada para obtener información tanto de la biocapacidad de la tierra, como de la demanda sobre la biocapacidad (la huella ecológica). La hectárea global (hag) se normaliza según la productividad media ponderada por el tipo de área de tierra y agua biológicamente productivas en un determinado año.

Hectárea por persona por año (ha/per/año): Es un área ponderada según su productividad utilizada para obtener información tanto de la biocapacidad de la Tierra, como de la demanda sobre la biocapacidad (la huella ecológica).

Índice de Desarrollo Humano: El índice de desarrollo humano (IDH) mide los logros medios de un país en tres aspectos básicos del desarrollo humano: salud, educación y un estándar decente de vida.

Índice Planeta Vivo: El índice de planeta vivo (IPV) refleja los cambios en la salud de los ecosistemas del planeta analizando las tendencias de más de 9.000 poblaciones de especies de vertebrados. El IPV calcula primero la tasa anual de cambio de cada población de especies en el conjunto de datos, después el índice calcula después el cambio promedio de todas las poblaciones de cada año desde 1970.

Resiliencia: Es la capacidad de un sistema socioecológico para absorber los impactos y las perturbaciones, recuperarse de ellos y conservar la funcionalidad y prestación de servicios, adaptándose a factores estresantes crónicos y transformándose cuando es necesario.

Transdisciplinariedad: La transdisciplinariedad concierne, como el prefijo “trans” lo indica, lo que está a la vez entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su finalidad es la comprensión del mundo presente en el cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento.

Translimitación: La translimitación global se produce cuando la demanda de la humanidad sobre el mundo natural supera el aporte de la biosfera o su capacidad regenerativa. Dicha translimitación conduciría al agotamiento del capital natural de la Tierra que sustenta la vida y a la acumulación de desechos.

Zonas de Vida: Es una unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.