

**REPÚBLICA DE CUBA**  
**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS TÉCNICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL

AUTOR(A): Maryanis Maturell Ortiz

**Guantánamo, 2020**

**REPÚBLICA DE CUBA**  
**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS TÉCNICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL

AUTOR(A): Maryanis Maturell Ortiz

Tutor: M.Sc.Ing. Carlos Alejandro Díaz Schery

**Guantánamo, 2020**

*Frase o pensamiento:*

*Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no la escucha.*

*Víctor Hugo.*

## **DEDICATORIA:**

*Dedico este trabajo primeramente a alguien que me conoce demasiado y me dio las fuerzas para seguir adelante cada vez que me desanimaba, quien fue la mayor fuente de mi inspiración y quien hizo realidad el sueño de llegar al 5to año de la carrera: ese es **Dios***

*A **mis padres** quienes me ayudaron de diversas maneras y me educaron hasta ser hoy quien soy.*

*A **mi abuela** que, aunque me peleana también me ayudó de cierta manera y se preocupaba por mis estudios.*

*A **mis amigos cristianos de la Universidad** que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme y que marcaron una página nueva en mi vida, porque me hicieron reír en muchas ocasiones tristes y compartieron muchos momentos hermosos que nunca olvidaré.*

*A **mis hermanas** que también forman parte de mi vida y son un regalo de Dios, gracias les doy a Dios por la mayor de ellas quien se ha comportado como una madre.*

*A **toda mi familia** en general por ayudarme y preocuparse por mí cuando lo necesité.*

*A todos **mis hermanos en la fe** que estuvieron orando por mí en todo este tiempo y se preocuparon por mis estudios.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*En un momento tan decisivo como este que define parte de mi vida quisiera agradecer, ante todo:*

*A **mi Dios** quien estuvo presente en cada momento difícil que me tocó atravesar para llegar hasta aquí, quien convirtió cada obstáculo en un peldaño más alto para seguir adelante, me mostró su poder obrando a mi favor y cambiando los planes humanos por los de él para que yo no me rindiera ante mis limitaciones humanas, y comprendiera que su poder se perfecciona en mis debilidades, porque cuando soy débil, entonces soy fuerte en él.*

*A **mis padres** por hacer posible este sueño a través de su ayuda tanto económica como espiritual, por confiar en mí y mostrarme que me aman y por cada consejo que me hizo reflexionar.*

*A **mis amigos cristianos** que conocí aquí en la Universidad, de los cuales me siento agradecida y considero un regalo de Dios por hacerme sentir alegre cuando más lo necesitaba.*

*A toda mi familia que siempre se preocupó por mi bienestar y entre ellos: **mi abuela** que también me mostró su ayuda y se interesó en que tuviera éxito en mis estudios y en especial en la tesis.*

*A mis **hermanos en la fe** que estuvieron orando por mí y me brindaron su apoyo espiritual.*

*A **mi cuñado** que, aunque ya no está presente y me duele mucho su pérdida sé que estuviera muy alegre por verme graduada, le agradezco su preocupación constante por mis estudios y aquel gesto tan bueno que mostró su aprecio por mí y que nunca olvidaré.*

*En fin, todas aquellas personas que, aunque no son parte de mi familia también me apoyaron y me hicieron entender que sí podía llegar hasta el final.*

## **RESUMEN**

En la sociedad actual resulta de gran importancia para el sector empresarial el estudio de la Gestión Ambiental como herramienta para lograr la eficacia en todos los procesos de producción o servicios que se llevan a cabo en una organización. La Gestión Ambiental es definida por los diferentes autores como el conjunto de actividades y estrategias que se realizan con el objetivo de prevenir la contaminación ambiental, ocasionada por los efectos humanos e industriales evitando así, que se produzca la menor cantidad de daños y se logre un desarrollo sostenible.

Es por esta razón que surge la necesidad de construir o diseñar un índice de evaluación ambiental, como herramienta para el proceso de toma de decisiones en la empresa objeto de estudio, de tal manera que el mismo contribuya a la implementación de un sistema medio ambiental, lo cual constituye el problema fundamental en la investigación que se realiza.

Una vez llevada a cabo la metodología seleccionada y su posterior aplicación en la entidad, se observó que la misma se encuentra expuesta a daños medioambientales debido a que esta no posee ninguna herramienta para la evaluación ambiental, por tanto, el índice diseñado por la autora constituye un aporte importante ya que demostró ser esa herramienta esencial para la toma de decisiones en cuanto a los asuntos medio ambientales que deben tenerse en cuenta en la empresa, para iniciar el proceso hacia la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental como lo recoge la norma ISO 14001: 2015 para las empresas.

## **ABSTRACT**

In today's society it is of great importance for the business sector the study of Environmental Management as a tool to achieve efficiency in all production processes or services that are carried out in an organization. The Environmental Management is defined by the different authors as the set of activities and strategies that are carried out with the objective of preventing environmental pollution, caused by human and industrial effects, thus preventing the least amount of damage from occurring and achieving sustainable development.

It is for this reason that the need arises to build or design an environmental assessment index, as a tool for the decision-making process in the company under study, so that it contributes to the implementation of an environmental system, which constitutes the fundamental problem in the investigation that is carried out.

Once the selected methodology was carried out and its subsequent application in the entity, it was observed that it is exposed to environmental damage because it does not have any tool for environmental assessment, therefore, the index designed by the author constitutes an important contribution since it proved to be that essential tool for decision-making regarding environmental issues that must be taken into account in the company, to start the process towards the implementation of an Environmental Management System as stated in the ISO standard 14001: 2015 for companies.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.1 Gestión Ambiental. Evolución y definiciones .....	8
1.1.1 Principales Enfoques de la Gestión Ambiental. ....	12
1.1.2 Sistema de Gestión Ambiental.....	13
1.2 Índices de evaluación ambiental. Evolución y análisis de su concepto. .....	14
1.2.1 Índices ambientales. Un modelo para su interpretación.....	17
1.2.2 Principales índices ambientales .....	18
1.3 Valoración de las metodologías para el diseño de un índice de evaluación ambiental.....	21
1.4 Análisis del SGA en la Empresa Agroforestal Guantánamo .....	23
CAPÍTULO II: PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANTÁNAMO. ....	26
2.1 Caracterización de la entidad .....	26
2.2 Descripción de la metodología seleccionada .....	29
CAPÍTULO III. APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANTÁNAMO. ....	37
3.1 Aplicación parcial de la metodología seleccionada.....	37
IMPACTO ECONÓMICO-SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL .....	47
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51

## INTRODUCCIÓN

Una de las cuestiones más reclamadas en el nuevo modelo de paradigma de empresa que existe en la actualidad es la gestión ambiental de la organización. Son muchos los emprendedores que ya inician sus proyectos con una fuerte preocupación por el entorno en el que viven. Algunas de estas personas tienen su propia opinión con respecto a este tema entre los que se encuentra (Massolo, 2015a) (Becerrea, 2002).

Referente a este tema la (Ley 81, 1997) plantea:” La gestión ambiental es integral y transectorial y en ella participan de modo coordinado, de acuerdo con sus respectivas competencias y capacidades, los órganos y organismos estatales, otras entidades e instituciones, la sociedad y los ciudadanos en general”.

Hoy en día cada vez más las empresas se preocupan por la sostenibilidad y el medioambiente. Es por eso, que la demanda de profesionales cualificados en la protección del medioambiente está creciendo cada vez más. Este aumento es normal, pues no solo mejora la eficiencia de la empresa, sino que se consigue mejorar la imagen empresarial entre clientes y proveedores. Por lo que resulta de gran importancia para el mundo empresarial el tema de la evaluación ambiental, en la toma de decisiones que contribuyan a fortalecer los compromisos de la sociedad con el desarrollo sostenible, administrar eficazmente los recursos y crear una economía verde, más respetuosa con el medio ambiente.

Además de tener en cuenta el término de evaluación ambiental, es necesario destacar la importancia de los índices ambientales en la actualidad como una herramienta que facilita la toma de decisiones, a través de la simplificación de la información. Según el (Diccionario de la Real Academia, 2019) un índice ambiental es: un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores, que a su vez puede ser empleado como indicador.

Los índices ambientales: expresan de una forma más abstracta, pero más fácilmente interpretable, la afectación de una combinación de diversas variables ambientales en el bienestar humano.(Ramos, 2015) En el ámbito nacional considerando que las organizaciones inciden en el estado del medio ambiente y tienen variadas estructuras y subordinaciones, en la Estrategia

Ambiental Nacional(EAN) 2016-2020 se identifican características del panorama nacional, tales como: el perfeccionamiento de las estructuras y funciones de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE) y otras entidades nacionales, fundamentalmente por separación de las funciones estatales de las empresariales; el fortalecimiento de las estructuras de organización de la sociedad civil y voluntad para incluir el tema de la protección del medio ambiente en sus agendas de trabajo; el impacto de la actividad de las nuevas formas de gestión económica sobre el medio ambiente y; el fortalecimiento del papel de los territorios y la gestión local. En el (Plan Nacional de Educación Ambiental, 2017) se plantea que: diversas empresas, en el marco de sus acciones de responsabilidad social, se han comprometido con la realización de campañas de sensibilización y conciencia ambiental, y han respaldado actividades formativas ambientales, tanto dentro de su institución como fuera de ella. Las más ambiciosas lo hacen a través de toda su cadena de valor y de la misma manera, acompañan y apoyan la labor de las escuelas, organizaciones asociaciones comunitarias. Como resultado del 7mo Congreso del PCC fueron aprobados los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución entre los cuales se encuentra el (Lineamiento 99, 2016) basado en la política de ciencia , tecnología, innovación y medio ambiente que expresa: continuar desarrollando el marco jurídico y regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, y el cumplimiento de las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas. Existen diversas normas de Gestión Ambiental que proporcionan la protección y conservación del medio ambiente entre las que se encuentra la (NC ISO 14001, 2015) que es: la encargada de recoger la importancia creciente de la gestión ambiental durante los procesos de negocio en las empresas. (Plan Nacional de Educación Ambiental, 2017) plantea que: El Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) se creó con la finalidad de supervisar, integrar y coordinar la aplicación de políticas destinadas a la protección del ambiente. Tiene por objeto asegurar el cumplimiento eficaz de los objetivos ambientales en las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la

gestión ambiental; garantizar que las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales cumplan con sus funciones y, finalmente, evitar las superposiciones, omisiones, duplicidades, vacíos o conflictos.

La (Constitución de la República de Cuba, 2019) como Ley Suprema, o Ley Fundamental que regula las relaciones sociales más importantes del Estado y la sociedad establece que son deberes de los ciudadanos cubanos: cumplir los requerimientos establecidos para la protección de la salud y la higiene ambiental, proteger los recursos naturales, la flora y la fauna y velar por la conservación de un medio ambiente sano. El Plan del Estado para el enfrentamiento al cambio climático conocido como (Tarea vida, 2017) plantea que: es necesario dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad, así como a la recuperación de los manglares más dañados. Priorizar los embalses, canales y franjas hidrorreguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y de las costas de la plataforma insular. Los índices para la evaluación ambiental han evolucionado al igual que la Gestión Ambiental por lo que a partir del año 2005 se ha notado un aceleramiento en cuanto al desarrollo de metodologías para la construcción de índices en la esfera medioambiental. En la investigación que se realiza se tuvieron en cuenta las diseñadas por (Viteri, 2011), (Medina, 2013), (Salas, 2016) y (M. Ortiz, 2005). Las mismas han brindado aportes esenciales para la construcción de índices ambientales. La metodología seleccionada para su aplicación fue la propuesta por: (Salas, 2016), la cual al ser procesada a través del software UCINET resultó ser la de mayor grado de centralidad, es necesario destacar que en la misma se realizaron modificaciones teniendo en cuenta las características de la empresa objeto de estudio. Esta investigación se desarrolla en la Empresa Agroforestal Guantánamo la cual pertenece al Grupo Agroforestal, y se encuentra en perfeccionamiento empresarial transitando por el 8vo paso: el proceso de mejora continua. Su estrategia está encaminada a mantener la credibilidad y una imagen fortalecida de incorporaciones de habilidades que tributen al desarrollo, mediante su aporte al perfeccionamiento de sus unidades, a través

de la comunicación entre los niveles de dicha institución. Luego de un análisis en dicha entidad se encontraron algunas debilidades entre las cuales está, el no lograr implementar un sistema medio ambiental actualmente en la empresa. Por otro lado, se evidencia que no se protegen las cuencas hidrográficas e hidrorreguladoras, se realizan talas indiscriminadas en el sector y no se cuidan las especies endémicas existentes, además se necesita disminuir el número de incendios forestales. Por lo que se detectaron los siguientes síntomas:

S1. No se cumplen las legislaciones ambientales vigentes.  
S2. Existe un aumento de los costos por no haber un control eficiente de los recursos naturales que posee la empresa como son las aguas, los suelos, entre otros.

S3. No se logra la mayor calidad y eficiencia de los productos debido a la contaminación que provoca la deforestación a los suelos los cuales son un elemento importante para la producción y comercialización de la empresa.

S4. Menor cantidad de oportunidades en el mercado debido a que el no compromiso con el medio ambiente deteriora la imagen de la empresa ante la sociedad y los consumidores.

S5. No se logra satisfacer al máximo las necesidades de los clientes. Las deficiencias encontradas luego de este análisis fueron elaboradas a través del Método de Saaty (**ver anexo 1**) y se obtuvo como resultado que el problema más importante en la empresa es: la entidad no posee una herramienta que permita realizar una evaluación ambiental con un 42.83%. Esto permitió plantear el siguiente problema profesional: ¿Cómo diseñar un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo que contribuya al proceso de toma de decisiones y favorezca el sistema medio ambiental.

El objeto de estudio lo constituye: la Gestión Ambiental. El objetivo general de esta investigación es: aplicar parcialmente una metodología para el diseño de un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo. Por lo que se plantea el siguiente campo de acción: índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo. La idea a defender en esta

investigación es: la aplicación parcial de una metodología para el diseño de un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo, permitirá la eficacia ambiental en la empresa.

Para el lograr el objetivo de investigación propuesto se plantean las siguientes **tareas de investigación:**

1. **Construir** el marco teórico referencial de la investigación partiendo de la evolución y definiciones de la Gestión Ambiental.
2. **Proponer** una metodología para el diseño de un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo.
3. **Aplicar** parcialmente una metodología para diseñar un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo.

Durante el proceso investigativo se utilizaron los métodos teóricos y los empíricos para la determinación del problema principal y sus causas.

#### **Métodos teóricos:**

Análisis- síntesis: con la revisión de la literatura, tanto nacional como internacional y de la documentación especializada, así como de la consulta de especialistas en el tema.

Inductivo–deductivo: para la verificación de la idea a defender, el diagnóstico del objeto de estudio y el logro de los conocimientos generales concernientes con el objeto de la investigación.

Histórico- lógico: para determinar el desarrollo que ha tenido la Gestión Ambiental en el período desde sus inicios hasta la actualidad e investigar acerca de las leyes generales del funcionamiento y desarrollo de la misma.

**Métodos empíricos:** Para identificar el problema profesional y los síntomas del mismo resultó de gran importancia:

La revisión documental: la cual me permitió tener una idea del desarrollo y las características de los procesos y obtener información del tema a investigar

La tormenta de ideas: resultó de gran utilidad al proporcionar diferentes soluciones al el problema detectado.

El método Saaty: como proceso de Análisis Jerárquico basado en la evaluación de diferentes criterios y la observación directa para la recolección de datos y la determinación del problema con mayor por ciento de importancia.

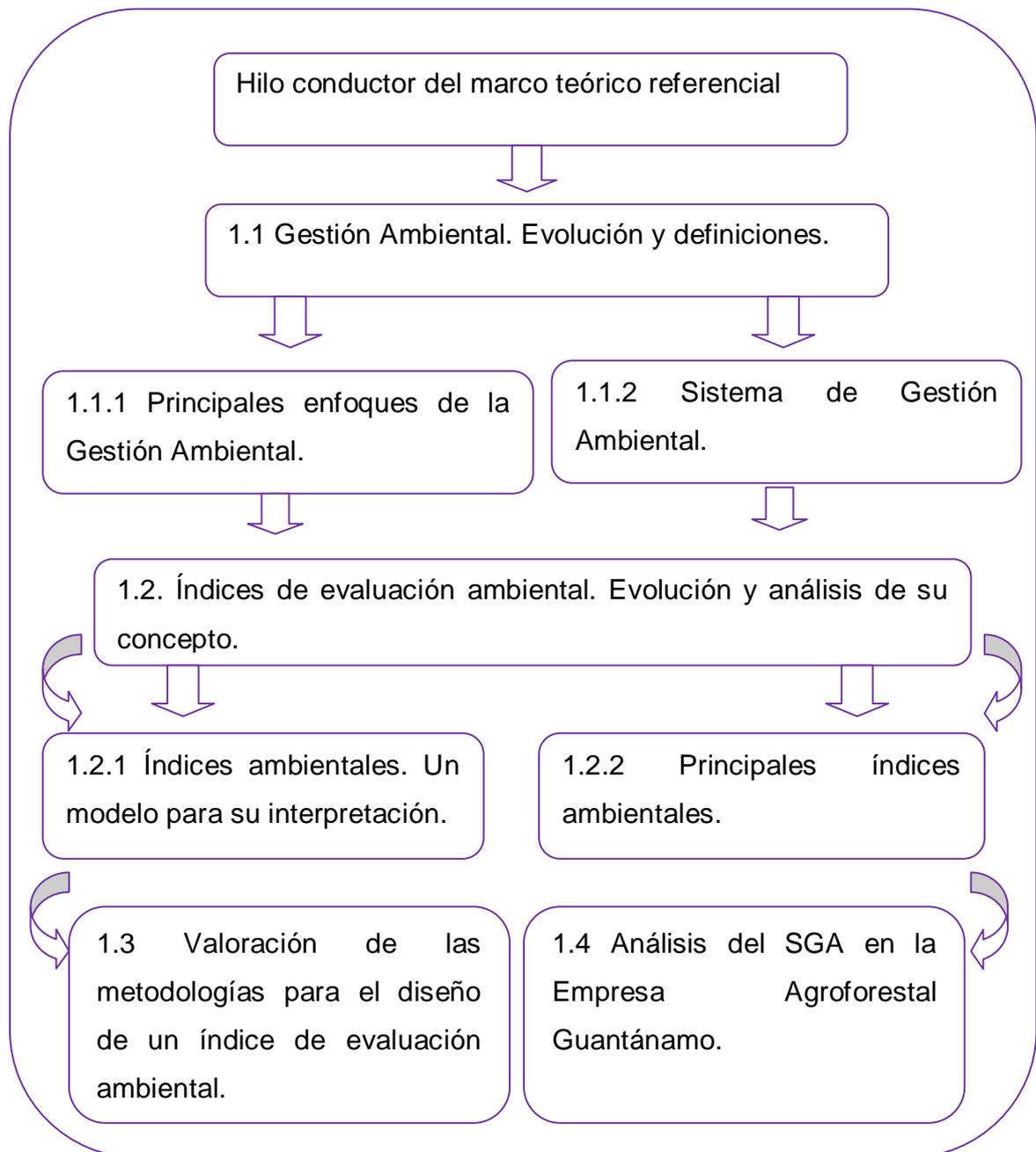
Las encuestas: contribuyeron a la aplicación del método de evaluación de expertos, ya que las mismas permiten obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz recolectando información de un grupo seleccionado de personas, y a su vez constituyen una fuente muy importante de conocimiento científico.

El Método de Evaluación de expertos (**ver anexo 2**): permitió determinar los expertos reales y de esta manera lograr que se le diera un orden de prioridad a cada uno de los problemas detectados y posteriormente la construcción de la Matriz de Saaty.

La investigación que se desarrolla está estructurada por dos capítulos: el primero nombrado marco teórico práctico referencial de la investigación, en el cual se tratan aspectos relacionados con la gestión ambiental, su evolución y definiciones teniendo en cuenta el criterio de los diferentes autores, los distintos enfoques, así como la evolución y definiciones de los índices de evaluación ambiental. El segundo capítulo caracteriza a la entidad y propone la metodología seleccionada. En el tercero se realiza la aplicación parcial de la metodología seleccionada y posteriormente se desarrollan las conclusiones, recomendaciones, las bibliografías consultadas y los anexos.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se realizará un análisis detallado de la Gestión Ambiental partiendo de su evolución histórica, sus diferentes definiciones y enfoques. Dentro de esta se caracterizarán los índices ambientales como herramienta para la evaluación ambiental en el proceso de toma de decisiones.



**Figura 1** Hilo conductor del marco teórico referencial. **Fuente:** elaboración propia.

## **1.1 Gestión Ambiental. Evolución y definiciones**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), realizadas en 1972 y 1992, respectivamente, son dos hitos de la historia de la segunda mitad del siglo XX, que se toman como puntos de referencia para la exposición de los antecedentes históricos de la gestión ambiental en la última década. La gestión ambiental que hoy conocemos se ha construido mediante la interacción de un complejo conjunto de factores económicos, sociales, culturales, políticos y ambientales que se remontan al momento mismo del poblamiento del territorio. Una vez que la casi totalidad de los países de la región se independizaron de los imperios coloniales, esta visión tomaría más fuerza a lo largo de los siglos XIX y XX. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, aparecieron nuevas legislaciones sobre la explotación y uso de los recursos naturales renovables, así como agencias públicas especializadas en su administración. En los años treinta y cuarenta del siglo pasado se aprobaron legislaciones sobre los bosques, los suelos, las aguas, y la fauna en particular los recursos pesqueros, que denotan un impulso a la regulación. En la lenta construcción de esas primeras legislaciones y organizaciones que se registra en algunos países, durante la primera mitad del siglo, así como en las visiones que se van introduciendo sobre el manejo de los recursos naturales, se encuentran los antecedentes mediatos de la gestión ambiental moderna. La Convención sobre la Protección de la Naturaleza y la Preservación de la Vida Silvestre en el Hemisferio Occidental fue adoptada en Washington en 1940. Entre 1942 y 1972 la Convención fue ratificada por diecisiete países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Haití, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. Se ha dicho que la mayor debilidad de la Convención fue la ausencia de instituciones que aseguraran la puesta en marcha de los programas y acompañaran el desarrollo de las iniciativas.

En la década de los cincuenta se modernizaron o crearon agencias gubernamentales para la gestión de los recursos naturales renovables, en el contexto del paradigma del proteccionismo económico que predominó en la

región desde la posguerra hasta entrado los años ochenta. Dentro de él se concedió a la explotación de los recursos naturales un papel central en las exportaciones. Durante la década de los sesenta creció la preocupación por la contaminación ambiental causada por el desarrollo económico. Un conjunto de estudios científicos y libros adquirieron una gran popularidad y causaron un profundo impacto. El tema ambiental alcanzó una mayor prioridad en las agendas estatales, y se inició la introducción de la visión de la gestión ambiental de Estado, que generó nuevas instituciones y políticas, y que se superpuso a la visión minera de los recursos naturales renovables, a la visión de su uso racional, y a la visión conservacionista, que superviven hasta nuestros días.

Esa era la aproximación hacia la gestión ambiental que se había adoptado en los Estados Unidos en 1971 a partir de la Ley de Protección Ambiental (NEPA) y de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), una legislación y una agencia estatal que tendrían una gran influencia en América Latina y el Caribe.

En la década de los setenta y en especial a partir de 1972, se pusieron en marcha en América Latina y el Caribe legislaciones e instituciones ambientales, y se expidieron las primeras políticas nacionales sobre medio ambiente. En 1973, Brasil creó la Secretaría Especial del Medio Ambiente y México estableció la Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente, iniciándose un proceso de construcción de agencias ambientales a nivel nacional y subnacional. A su vez, el Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente de Colombia, 1974, y la Ley Orgánica y el Ministerio del Medio Ambiente de Venezuela, 1976, fueron creaciones pioneras, en comparación con el caso de los países en desarrollo ubicados en otras regiones del mundo.

Entre 1984 y 1987 se confirmó la existencia del agujero de la capa de ozono y del cambio climático global, dos de las mayores amenazas del globo, cuya ocurrencia no había sido conocida por los delegados de la Conferencia de Estocolmo, en 1972. Las respuestas a los problemas identificados no se hicieron esperar. En 1985 se acordó la Convención de Viena sobre las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono y en 1987 se suscribió el Protocolo de Montreal que, al determinar con exactitud los compromisos y modalidades

para detener la emisión de esas sustancias, marcó la iniciación de la construcción de un nuevo tipo de convención global. En virtud de que los países desarrollados son los mayores causantes del agotamiento de la capa de ozono, se estableció un fino balance entre las responsabilidades de éstos y los países en desarrollo, expresado en el gobierno, la financiación y la puesta en marcha de lo acordado. A finales de la década se comenzaron a sentar las bases para la negociación de una convención sobre cambio climático.

El término desarrollo sostenible, lanzado por la Comisión Brundtland, fue adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en 1992, al más alto nivel político, como la meta hacia la cual deben dirigirse todas y cada una de las naciones del planeta.

Sin duda, la ubicación de la Cumbre de la Tierra en una nación latinoamericana incentivó un gran compromiso de los países de la región con su realización, y tuvo un gran impacto dentro de la opinión pública. La contribución de la región a la construcción de la visión surgida de la Cumbre fue significativa. Así se constata en Nuestra Propia Agenda (CDMAALC, 1990) y en la Conferencia Internacional Ecobíos, realizada en Bogotá en 1988, una de las simientes de la Convención de Biodiversidad, suscrita en la Cumbre.

En 1994, después de la Conferencia de Río, se aprobó en Barbados el Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo, el cual fue suscrito por más de 100 gobiernos del mundo, entre los cuales se cuentan varios países continentales de la región, así como los estados insulares del Caribe. El Programa parte del reconocimiento de que estos estados tienen economías vulnerables, dependen de una base reducida de recursos naturales y comercio internacional, y son particularmente vulnerables tanto a los desastres naturales como ambientales. Son especificidades a partir de las cuales se diseñan acciones concretas que sirvan para afrontar problemas tales como la adaptación al cambio climático y al elevamiento del nivel del mar, el mejoramiento de la capacidad para afrontar y recuperarse de los desastres ambientales, la prevención de la escasez de agua potable, la protección de los ecosistemas costeros y los arrecifes de coral de la polución y la sobrepesca, el desarrollo de energía renovable, y el manejo

del incremento del turismo con miras a proteger la integridad ambiental y cultural.

A partir de la Conferencia de Río, la totalidad de los países de la región han expresado su compromiso con el desarrollo sostenible en multitud de tratados y acuerdos multilaterales, declaraciones, legislaciones, planes de desarrollo y políticas sectoriales. Pero tres hechos registrados en la región en la última década señalan en forma contundente cuán lejos se está de lograr esos propósitos: el incremento de la destrucción y degradación ambiental, la persistencia de altos niveles de pobreza no obstante su relativa disminución en la década de los noventa, y el incremento de la desigualdad que coloca a Latinoamérica y el Caribe como la región más inequitativa del mundo.

Aparejado a la evolución de la Gestión Ambiental en todo el mundo se encuentra una amplia variedad de investigaciones realizadas en cuanto a este tema, donde han surgido gran cantidad de conceptos y definiciones entre los que se encuentran:

La gestión ambiental es la suma de todas las estrategias, actividades o políticas que se pueden realizar para proteger el medio ambiente. El objetivo de dicha gestión, imprescindible dada la creciente contaminación ambiental, es conocer qué está pasando en cada momento en el medio ambiente, con la intención de prevenir y saber qué hacer, de manera que los efectos de las actividades humanas e industriales produzcan el menor daño posible, contribuyendo así al desarrollo sostenible. (Arévalo, 2017)

(Massolo, 2015c) define la gestión ambiental como: el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales.

(Becerrea, 2002b) expresa que la gestión ambiental: es el conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados.

A pesar de la gran diversidad de definiciones dadas por los autores sobre la Gestión Ambiental todos tienen un punto en común, y es que esta no es más que un conjunto de acciones o actividades encaminadas a la protección del medio ambiente, para lograr un desarrollo sostenible adecuado en la sociedad en general.

### **1.1.1 Principales Enfoques de la Gestión Ambiental.**

- Década del 70 (estrategia contaminar-descontaminar): Tenía como objetivo cumplir las normas de contaminación y evitar accidentes buscando, prioritariamente, la maximización de los lucros de la empresa dentro de un horizonte de tiempo muy corto. Esto determina la inviabilidad de este tipo de comportamiento, como lo es el elevado crecimiento del volumen de contaminación y la saturación del ambiente como receptor, exigiendo, por lo tanto, otros instrumentos.
- Buscar controlar la contaminación: Reactivo al primer enfoque surge la premisa que caracteriza al paradigma que busca "controlar la contaminación", limitándose a reducir las emisiones "de acuerdo con los patrones legales" establecidos, a través de la instalación de equipamientos de control de emisiones en el final del proceso, también denominadas tecnologías en "fin de línea". Su significado en términos de costos adicionales y la necesaria, pero no siempre transferible al precio de los productos, la cual todavía hoy es un argumento que justifica la incompatibilidad entre responsabilidades ambientales de la empresa y la maximización de lucros.
- Adopción de nuevas tecnologías: Otro camino, dentro del mismo abordaje de protección ambiental fue la adopción de procesos menos contaminantes, muchas veces más eficientes, que buscaban adaptar antiguos procesos, ahorrar energía, ahorrar materias primas, además de minimizar la generación de residuos.
- Nuevo patrón de Gestión Ambiental (más producto final con disminución de contaminación): Para eso el énfasis de la empresa pasa a ser todo el proceso, buscando optimizar el desempeño ambiental de forma integrada,

desde los insumos que serán utilizados, la tecnología para su procesamiento, las emisiones, la generación de residuos, hasta el producto final que será comercializado

### **1.1.2 Sistema de Gestión Ambiental.**

Un Sistema de Gestión Ambiental se construye a base de acciones medioambientales y herramientas de gestión. Esas acciones interactúan entre sí para conseguir un objetivo claramente definido: protección medioambiental.

La finalidad principal de un SGA es determinar qué elementos deben considerar las empresas en materia de protección ambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tiene en cuenta la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno. Se basan en la idea de integrar actuaciones potencialmente dispersas de protección ambiental en una estructura sólida y organizada, que garantice que se tiene en cuenta el control de las actividades y operaciones que podrían generar impactos ambientales significativos.

La norma (NC ISO14001, 2004) de la Gestión Ambiental plantea los siguientes requisitos para las empresas: ahorro de costes, reputación, involucrar al personal, mejora continua, cumplimiento y sistemas integrados.

Para conseguir mejorar el desempeño ambiental, la empresa tiene que establecer, implantar, mantener y mejorar de forma continua el Sistema de Gestión Ambiental, incluyendo todos los procesos necesarios y las interacciones según establecen los requisitos de la norma ISO 14001:2015.

La norma (NC ISO 14001, 2015): es la encargada de recoger la importancia creciente de la gestión ambiental durante los procesos de negocio en las empresas. La norma considera que el liderazgo es una pieza fundamental para que el Sistema de Gestión Ambiental funcione correctamente.

Es muy importante integrar el modelo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). En la norma ISO 14001 2015 se puede ver que el liderazgo es una pieza central del Sistema de Gestión Ambiental. La norma ISO 14001 2015 establece que la dirección de la organización tiene que demostrar su liderazgo y su compromiso con el Sistema de Gestión Ambiental, tendrá que delegar las responsabilidades sobre acciones correctas, pero tienen que conservar la

responsabilidad y la obligación de rendir cuentas para asegurarse de que se realizan las acciones necesarias.

## **1.2 Índices de evaluación ambiental. Evolución y análisis de su concepto.**

En este epígrafe se presenta una cronología del desarrollo de los índices con el fin de mostrar cómo ha evolucionado la iniciativa de plasmar formalmente las evaluaciones del estado ambiental en el mundo.

Es importante cuando se habla de índices ambientales, tener en cuenta la evaluación ambiental ya que la misma: tiene por objetivo verificar el cumplimiento de la normativa y los parámetros ambientales actualmente vigentes. Estas evaluaciones ambientales nos dan a conocer el estado de los componentes del entorno, posibilitando la planificación de las acciones a tomar a fin de mantener o mejorar las características del medioambiente.

- ❖ 1980. Canadá inicia el desarrollo de IA (Índices Ambientales) para simplificar la información y así mejorar la comunicación con los tomadores de decisión y el público en general. 1987. Los Países Bajos secundan esta iniciativa.
- ❖ 1989. Las 7 economías más importantes del mundo piden a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) desarrollar IA.
- ❖ 1991. La WRI (World Resources Institute) revela que 12 organizaciones diferentes trabajan en el desarrollo de Índices Ambientales (IA).
- ❖ 1992. La WRI organiza una reunión para discutir conceptos, métodos y enfoques tentativos relacionados con el diseño de indicadores. Se realiza la declaración de Rio de Janeiro sobre el ambiente y el desarrollo sustentable (Naciones Unidas): se necesitan construir indicadores de desarrollo sustentable para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones a todos los niveles y contribuir a la sustentabilidad auto-regulable del ambiente integrado”.
- ❖ 1993. Se propone el marco PER para ayudar a la interpretación de indicadores. 1995. Se propone un marco para interpretar índices donde la interacción sociedad-naturaleza adquiere un papel protagónico; se destacan

cuatro índices clave: de contaminación, de desgaste de recursos, de riesgo para los ecosistemas y de impacto sobre el bienestar humano.

- ❖ 1995. En el seno de la Comisión de Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable se discutieron los indicadores para esta temática. Se reforman indicadores económicos, por ejemplo: Producto Interno Bruto (PIB), donde se plantea que se tomen en cuenta los problemas ambientales en su definición.
- ❖ Indicadores Ambientales temáticos. Se reforman indicadores económicos, por ejemplo: Producto Interno Bruto (PIB), donde se plantea que se tomen en cuenta los problemas ambientales en su definición.
- ❖ 2003. A pesar de que el concepto de “Economía Verde” se estableció por la Asamblea General de Naciones Unidas en 1989 para investigar la relación en el ambiente y el desarrollo es en recientes años que cobra fuerza en el contexto de la crisis financiera y por el vínculo de las crisis energética y alimentaria. Es así que en el marco del sexto Programa de Acción Ambiental (EAP, por sus siglas en inglés) perteneciente a la Agencia Ambiental Europea (EEA, por sus siglas en inglés), se involucró al cambio climático, a la pérdida de biodiversidad, al uso no sustentable de los recursos naturales y a las presiones ambientales sobre la salud humana y el bienestar, entre las prioridades a atender. De esta manera, la EEA identificó la transición a una Economía Verde (EAP, 2003).
- ❖ 2004. Derivado del encuentro en París de ministros del ambiente de la OCDE, se publica un conjunto de indicadores llamados clave, los cuales fueron seleccionados con base en su relevancia política con respecto a los retos mayores de la primera década del siglo XXI, incluyendo los problemas de contaminación y aquellos relacionados con los recursos naturales, su solidez analítica y su factibilidad de ser medibles. Tales indicadores clave fueron: cambio climático, capa de ozono, calidad del aire, generación de residuos, recursos hídricos, forestales, pesqueros, energéticos y biodiversidad (OCDE, 2004)
- ❖ 2012. En el EAP desarrollado en Europa, se refuerza la necesidad de contar con indicadores económicos, afianzándose el concepto de Economía Verde,

en el cual se establece un compromiso por la relación de la eficiencia en el uso de los recursos naturales contra la robustez de los ecosistemas.

- ❖ 2014. Del sexto EAP se deriva el Programa de Acción Ambiental hacia el 2020, donde se enfatiza la transición hacia la Economía Verde.

Los índices ambientales han sido definidos por varios autores, los cuales han expresado su propia opinión acerca de este término a lo largo del tiempo, algunas de estas definiciones se analizan a continuación:

Los índices ambientales: expresan de una forma más abstracta, pero más fácilmente interpretable, la afectación de una combinación de diversas variables ambientales en el bienestar humano. (Ramos, 2015)

(Ebert, 2004) expresó que: un índice ambiental integra de forma resumida y multidimensional los indicadores expresados en un solo valor.

(Andrés, 2008) plantea que: un índice ambiental es una variable que ha sido socialmente en solo valor, razón por la que se les conoce también como valores agregados.

En el documento (Guardianes ambientales, 2016) se expresa que: un índice ambiental es una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información ambiental, con el propósito de simplificar tales datos, y hacer más fácil la labor de decisión ambiental. Es a su vez el producto de una manipulación matemática de un grupo de valores de indicadores definidos con relación a un estándar o valor deseable, y proporcionan una imagen sinóptica del medio o del grado de sustentabilidad.

(Sabino, 1996) plantea que: un índice no es otra cosa que la combinación de valores obtenidos por un individuo o elemento en cada uno de los indicadores propuestos para medir la variable.

Por lo que se puede concluir diciendo que los índices de evaluación ambiental son una expresión numérica derivada del análisis de un conjunto de indicadores con el propósito de simplificar datos y llegar a un proceso de toma de decisiones que contribuya al bienestar de cualquier organización.

### **1.2.1 Índices ambientales. Un modelo para su interpretación.**

El modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) propone una metodología causal de los principales problemas relacionados con el tema analizado que puede ser social, económico o ambiental.

El modelo consiste en el establecimiento de la interrelación entre las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado del medioambiente (estado), con ello se genera las acciones a realizar para atender la problemática en cuestión (respuesta). Esto de manera sistemática representa un marco conceptual adecuado para el planteamiento de indicadores que además de reflejar una problemática en común, permite establecer la efectividad de las acciones para mejorar el estado ambiental en referencia a la presión de la actividad antropogénica. Esto permite el establecimiento o reorientación de las políticas públicas o los criterios para la toma de decisiones de los principales sectores estatales. Por lo que, es una herramienta vital para lograr la sustentabilidad de las acciones planteadas en los planes de desarrollo local. (Ramos, 2015)

Este modelo hace parte de una visión en la cual los acontecimientos ambientales pueden verse a través de cadenas causales, en las que hay una relación causa efecto entre las actividades humanas y las propiedades ambientales y organiza los indicadores ambientales en:

- ❖ Indicadores que reflejan la presión que las actividades humanas ejercen sobre el ambiente (presiones directas e indirectas)
- ❖ Indicadores que señalan la situación del medio ambiente (situación que al ser evaluada a lo largo del tiempo conforma las tendencias del fenómeno estudiado)
- ❖ Indicadores que muestran las respuestas de la sociedad ante las presiones ejercidas y los cambios en el estado del ambiente.

Al realizar una búsqueda sobre actualidad del tema que se aborda en la investigación, en la base de datos Scielo y luego ser procesada a través del software Vosviewer arrojó como resultados que los autores que más han abordado la temática de indicadores ambientales son ocho, de los cuales solo uno representa el nodo con mayor centralidad. Aunque no hablan de

índices ambientales presentan un aporte valioso para el estudio de los mismos a través del empleo de indicadores. **(Ver anexo 3**

### **1.2.2 Principales índices ambientales**

#### **Índice de bienestar económico sostenible (IBES)**

Este índice establece con un valor numérico, la sostenibilidad del bienestar de la población de un país y sus niveles, a lo largo del tiempo.

Integra con un peso específico o ponderación, variables económicas, ambientales y sociales.

Las variables que incluye son: el consumo ajustado y el coeficiente de Gini (medida de la desigualdad socioeconómica). Varía entre 0 y 1; el valor 0 indica una igualdad perfecta y el 1 equivale a desigualdad; los gastos compensatorios o defensivos de la población, el nivel de salud de la población, el nivel de educación, y el acceso a otros bienes y servicios.

#### **Índice de desarrollo humano (IDH)**

Este índice evalúa los logros de cada país en las dimensiones del desarrollo humano como son: salud, educación y riqueza económica:

La salud se mide a través de la expectativa de vida al nacer.

La educación, por medio de la tasa de alfabetización en adultos, la tasa combinada de matrícula en educación en los tres niveles (primaria, secundaria y superior) y los años que exige la educación obligatoria.

La riqueza económica se evalúa a través del producto interno bruto per cápita (PPA) en unidades de dólar internacional.

#### **Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)**

Índice diseñado en 2001 por el Foro Económico Mundial, la Universidad de Yale y la Universidad de Columbia.

El índice ISA tiene una estructura jerárquica, incluye 67 variables, a las que se asigna igual ponderación, estructuradas en 5 componentes, los cuales incluyen 22 factores ambientales.

Entre estos factores ambientales evaluados están: la reducción de desechos, el uso de agroquímicos, la calidad y cantidad de aguas, emisiones y concentraciones de contaminantes, consumo y eficiencia energética, crecimiento poblacional, parque vehicular, percepción de la corrupción, hasta inclusive, la protección de los bienes internacionales comunes.

### **Índice de desempeño ambiental (EPI)**

Es un método de cuantificación del desempeño y eficiencia de las políticas ambientales de un país.

El precursor de este índice fue el índice de sustentabilidad ambiental (ISA), utilizado entre 2000 y 2005. Ambos índices han sido desarrollados por las universidades de Yale y Columbia en colaboración con el Foro Económico Mundial.

El EPI comenzó a desarrollarse en 2006 y hasta 2018 ha experimentado cambios en su formulación. Durante estos años ha habido cambios en las variables y sus ponderaciones. Particularmente, los componentes salud ambiental y vitalidad eco sistémica, han cambiado en su contribución ponderal.

### **Índice global de economía verde (GGEI)**

El índice denominado mide el desempeño “verde” de la economía de cada país. Diseñado en 2010, utiliza tanto índices cuantitativos como cualitativos para la medición del desempeño verde en cuatro dimensiones: liderazgo y cambio climático, sectores de eficiencia, mercados e inversiones y ambiente.

Se distingue por considerar los aspectos mercados, inversiones y liderazgo y por incluir indicadores cualitativos, además de los cuantitativos.

## **Huella ecológica (HE)**

La huella ecológica puede definirse como un indicador que evalúa el impacto ambiental producido por la demanda humana y su uso de los recursos naturales, relacionada con la capacidad de resiliencia del planeta.

Representa el uso del espacio ambiental (suelos, agua, volumen de aire), necesario para producir los niveles de vida que existen en las poblaciones humanas, relacionado con las capacidades de asimilación de los desechos y contaminantes (capacidad de carga) de los ecosistemas afectados.

## **Índice del planeta vivo (LPI)**

El índice del planeta vivo mide la abundancia de formas de vida y se construye con la suma de tres indicadores: área de cobertura boscosa, poblaciones de organismos que viven en aguas dulces y poblaciones que conforman los ecosistemas marinos.

## **Huella de carbono**

Se define huella de carbono como “la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) producidos de manera directa o indirecta, por una persona, una empresa, un producto industrial, un país o una región”.

La huella de carbono se cuantifica a través de un inventario de emisiones de GEI. Para el caso particular de un producto industrial, se efectúa el análisis del ciclo de vida, tomando en cuenta todas las emisiones generadas en cada uno de los procesos industriales necesarios para la manufactura.

## **Huella hídrica**

Este indicador cuantifica el uso de agua, de manera directa e indirecta, por persona, familia, ciudad, organismo público, empresa privada, sector económico, estado o país.

Dependiendo del tipo de agua utilizada, la huella hídrica se clasifica en:

- Huella hídrica azul, si el agua empleada proviene de lluvia.
- Huella hídrica verde, uso de agua dulce subterránea o superficial.
- Huella hídrica gris, referida a aguas que resultan contaminadas después de su uso, como las aguas de desecho municipales y los efluentes acuosos de industrias.

### **1.3 Valoración de las metodologías para el diseño de un índice de evaluación ambiental.**

Un índice ambiental es un número o una clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los que toman decisiones y al público. Los índices cumplen los siguientes objetivos:

- ❖ Resumir los datos ambientales existentes.
- ❖ Comunicar información sobre la calidad del medio afectado.
- ❖ Evaluar la vulnerabilidad o la susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental.
- ❖ Centrarse selectivamente en los factores ambientales claves.
- ❖ Servir como base para la expresión del impacto al predecir las diferencias entre el valor del índice con proyecto y el valor del mismo índice sin proyecto.

Teniendo en cuenta estos objetivos es de gran importancia la investigación que se realiza para lograr el diseño de un índice de evaluación ambiental en la empresa objeto de estudio, siendo este una herramienta esencial para expresar la relación entre una serie de datos y llegar a conclusiones sobre la situación ambiental que presenta la empresa.

En la investigación se analizaron las siguientes metodologías:

(Viteri, 2011), (Medina, 2013), (S. M. Ortiz, 2005) y (Salas, 2016) las cuales han dado aportes relevantes en cuanto a la construcción de índices como herramienta esencial para la evaluación de diferentes indicadores.

Una vez seleccionada las metodologías se procedió al análisis de las mismas donde se observaron las fortalezas y debilidades de cada una, y de esta manera se llegó a la conclusión de cuál sería la más adecuada para su aplicación en la empresa objeto de estudio, teniendo en cuenta siempre las características y las condiciones de la misma.

Las metodologías fueron analizadas teniendo en cuenta las opiniones y criterios de los expertos los cuales a través de una tormenta de ideas caracterizaron cada una de ellas de la siguiente manera:

(Viteri, 2011) basa su metodología en la construcción de un índice integral, la misma consta de cuatro etapas: recopilación de los síntomas, reducción del listado, obtención de los pesos y determinación del índice. Cada una de estas etapas requiere la utilización de varios métodos y técnicas que son de gran importancia para construir un índice integral, no siendo este el objetivo de la investigación que se realiza, la cual pretende solamente el diseño de un índice para la evaluación ambiental, por lo que se llega a la conclusión de que esta metodología resulta muy extensa y abarcadora para su aplicación en esta investigación, la misma presenta como aspecto negativo que al calcular este índice integral, una excelente evaluación en uno de sus elementos puede equilibrar resultados negativos de otros elementos que se evalúan.

(Medina, 2013) en esta metodología el autor realiza un estudio sobre la construcción de índices integrales creados en Cuba hasta el 2011 para el apoyo al control de gestión empresarial, esta presenta la misma estructura metodológica que la anterior sólo que con cinco etapas más. Entre sus debilidades presenta qué: el autor se basa solamente en realizar un estudio sobre todas las personas que han elaborado investigaciones correspondientes a la construcción de diferentes tipos de índices, y no en la construcción o diseño del mismo como tal, además la misma se basa en la gestión empresarial y no se acerca mucho a la gestión ambiental, por lo que no se considera como una metodología a seleccionar para su posterior aplicación en la empresa objeto de estudio.

(Salas, 2016b): en esta metodología el autor diseña un índice ponderado, partiendo de varias fases y etapas que conforman la misma. Aunque dicha

metodología se realiza desde la Contabilidad, llega hasta la parte medioambiental dentro de la evaluación empresarial. Otro punto fuerte que presenta la misma es que a diferencia de las anteriores, en esta el autor mediante cada paso logra detallar claramente el procedimiento para la construcción del índice, lo que constituye una debilidad de las mencionadas anteriormente. Posee mayor grado de relevancia, teniendo en cuenta además la fecha en la que se realiza, siendo así la más actualizada de todas.

Los expertos plantean que la metodología de (Salas, 2016b) es la más completa ya que presenta varias etapas y pasos que facilitan su comprensión, y cumple con el objetivo que persigue la investigación que se realiza el cual está basado en el diseño o construcción de un índice, siendo este un aporte esencial para la empresa objeto de estudio, en el proceso de toma de decisiones para la implementación de un sistema medioambiental en la misma.

(S. M. Ortiz, 2005): la autora de dicha metodología desarrolla una serie de indicadores de evaluación ambiental, basados en la sustentabilidad de los ecosistemas acuáticos y en 53 parámetros determinados entre 1982- 2004. La misma, aunque tiene como tema la construcción de un índice de evaluación ambiental presenta como deficiencia el no desarrollar pasos, etapas y fases que faciliten la comprensión de la metodología y reflejen cómo se llegó a cada paso, razón por la que se considera que no puede ser aplicada en la investigación que se realiza.

Luego de un análisis de cada una de las metodologías con los expertos, las mismas fueron procesadas a través del software UCINET versión 6.0, (**ver anexo 4**) donde se pudo demostrar que la más adecuada para su aplicación en la empresa objeto de estudio es la metodología propuesta por (Salas, 2016b), la cual se muestra como el nodo de mayor centralidad dentro de la red.

#### **1.4 Análisis del SGA en la Empresa Agroforestal Guantánamo**

A pesar del gran logro obtenido por esta empresa en el año 2019 al sobre cumplir con el plan de elaboración de carbón vegetal con destino a la exportación, gracias al aprovechamiento del marabú como materia prima, dicha entidad presenta entre sus debilidades la no implementación de un Sistema Medio Ambiental (este está en proceso), como herramienta para llevar a cabo una evaluación ambiental, que les permita verificar si están cumpliendo o no

con un uso más sostenible de los recursos naturales y la prevención de la contaminación.

Esta empresa no ha logrado cumplir con este conjunto de procesos y prácticas tan importante para una organización como lo es la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), sin embargo, la misma cuenta con trabajadores que poseen algún conocimiento en esta área.

Fueron seleccionados cuatro posibles expertos en la empresa y tres en la Universidad de Guantánamo, luego se les aplicó una encuesta la cual se procesó a través del Método de Evaluación de Expertos donde resultaron ser expertos cuatro de ellos. Una vez realizada la encuesta los expertos concluyeron con que los problemas que están afectando el ambiente de la organización son los siguientes:

1. No se ha logrado implementar un sistema medio ambiental actualmente en la empresa.
2. No se protegen las cuencas hidrográficas e hidrorreguladoras.
3. Se realizan talas indiscriminadas en el sector y no se cuidan las especies endémicas existentes.
4. Se necesita disminuir el número de incendios forestales.

Luego de obtener las deficiencias, con la ayuda de los expertos se realizó un Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) a través de la Matriz de Saaty técnica usada para la toma de decisiones, la misma dio como resultado que el problema con mayor % de importancia es: la entidad no posee una herramienta que permita realizar una evaluación ambiental con un 42.83%.

Por lo que se puede concluir de la siguiente manera: la empresa necesita implementar un SGA que le permita evaluar el cumplimiento de las legislaciones ambientales vigentes, como el camino hacia el éxito en los negocios empresariales ya que todas estas normas y requisitos van encaminadas a la protección de los recursos naturales y desarrollo sostenible.

### **Conclusiones parciales del Capítulo I**

1. Se elaboró el marco teórico referencial de la investigación a partir de la búsqueda de bibliografía actualizada, lo cual permitió profundizar más en el tema de investigación.

2. Se detectaron las problemáticas que están golpeando a la entidad en cuanto a la Gestión ambiental, esto fue posible gracias a la ayuda de los expertos quienes jugaron un papel importante en la investigación.
3. A través del Método de Saaty se estableció un orden de prioridades con las problemáticas encontradas, el cual demostró que el problema con mayor por ciento de importancia es: la entidad no posee una herramienta que permita realizar una evaluación ambiental con un 42.83%.

## **CAPÍTULO II: PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANTÁNAMO.**

### **Introducción**

En este capítulo se realizará la caracterización de la entidad objeto de estudio, así como la descripción de la metodología que se empleará para el diseño de un índice de evaluación ambiental, la misma tiene como autor a: (Salas, 2016b) Este capítulo está estructurado en dos epígrafes; el primero desarrolla una breve caracterización de la Empresa Agroforestal Guantánamo, teniendo en cuenta su objeto social, estructura y los indicadores económicos actuales. En el segundo se realiza la descripción de la metodología seleccionada con el desarrollo de sus etapas y pasos.

### **2.1 Caracterización de la entidad**

La Empresa Agroforestal Guantánamo, situada en el Km. 3 <sup>1/2</sup> carretera a Bayate, municipio Guantánamo. Pertenece al Grupo Agroforestal, fue creada en 1997 por la Resolución 282/97 del Ministro de la Agricultura; la misma se encuentra en perfeccionamiento empresarial transitando por el 8<sup>vo</sup> paso: “el proceso de mejora continua” y posee un patrimonio forestal de 40116.52 hectáreas. (Leonard, 2019)

Actualmente esta entidad cuenta con nueve Unidades Empresariales de Base, enclavadas en los municipios ante expuestos, las cuales tributan al cumplimiento exitoso de su **misión**: lograr un desarrollo forestal sostenible y satisfacer las necesidades de la economía nacional y de los clientes en general, con productos de elevada calidad y efectividad.

Su **visión** es: lograr una empresa perfeccionada con alto niveles de eficiencia y eficacia en su gestión económica-productiva que permita un aprovechamiento sostenido de sus recursos y un liderazgo en el mercado nacional e internacional con producciones y servicios de elevada calidad. Satisfacer las necesidades de nuestros trabajadores promoviendo su bienestar y el sentido de pertenencia.

Entre sus aspiraciones se propone ser reconocida nacional e internacionalmente por la calidad de las producciones que se ofertan.

Su **objeto social** se relaciona con la producción y comercialización de forma mayorista y minorista, con la madera rolliza y aserrada, leñas para combustibles, cujes para el secado del tabaco, cujes para cobija, postes, traviesas, comercializar semillas, posturas, carbón vegetal, pallets y productos elaborados de la madera, además de brindar servicios de construcción de obras rústicas, realizar y brindar servicios, de fomento y manejo de los bosques, cafetales y frutales.

Características del patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Guantánamo

<b>Superficie de la Empresa</b>		
<b>Conceptos</b>	<b>U/M</b>	<b>Volumen en Hectáreas</b>
<b>Total del Patrimonio</b>	Ha	40116.52
<b>Área forestal</b>	Ha	39228.92
<b>Área Boscosa</b>	Ha	37278.47
<b>Área Natural</b>	Ha	26717.6
<b>Área Plantación</b>	Ha	10560.9
<b>Área Plantación Jóvenes</b>	Ha	1804.45
<b>Área deforestada</b>	Ha	402.1
<b>Área inforestales</b>	Ha	485.5

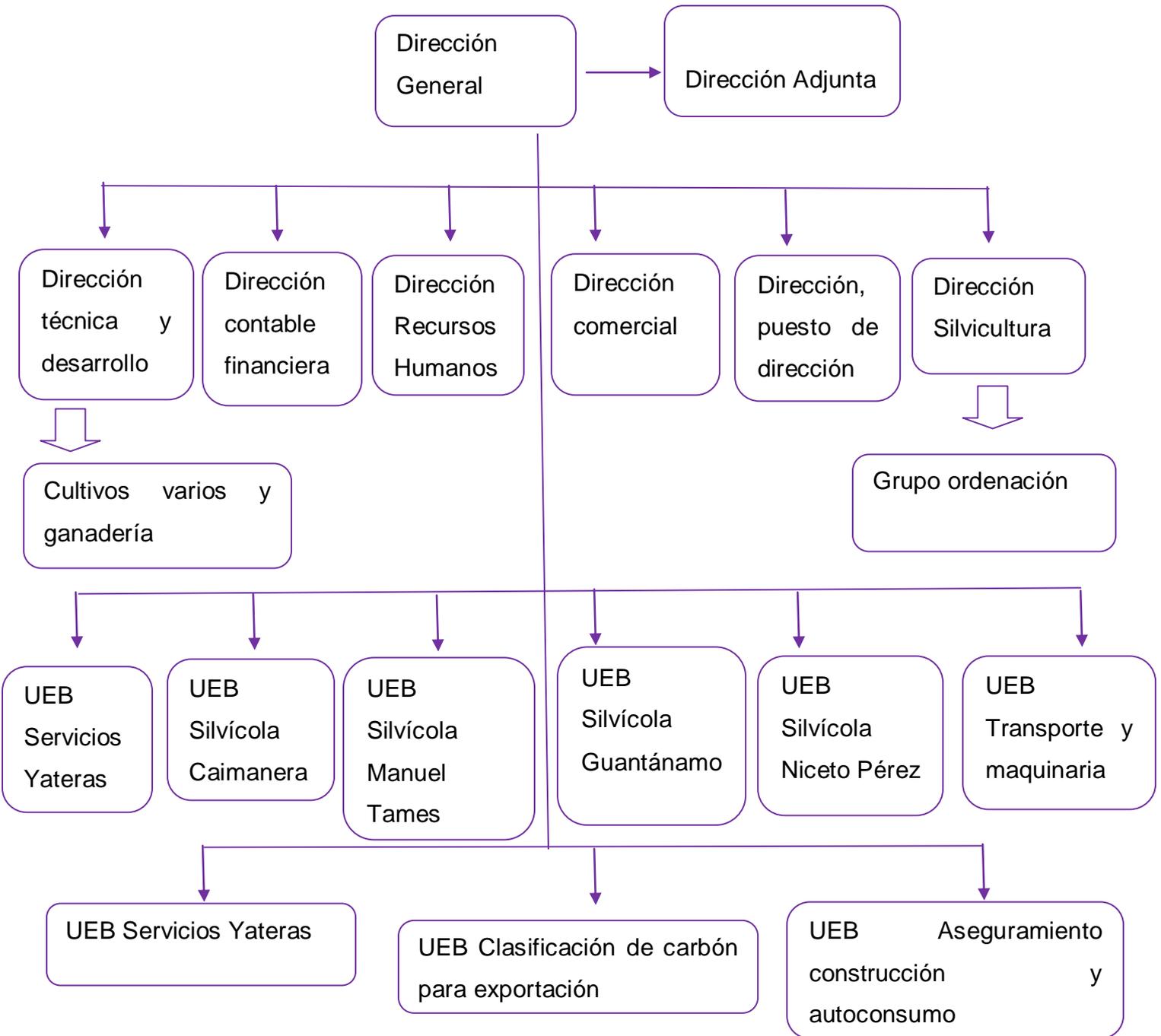
**Tabla1:** Características del patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Guantánamo. **Fuente:** elaboración propia

Entre las principales producciones que realiza la Empresa Agroforestal Guantánamo se encuentran:

- ❖ Madera en bolo
- ❖ Madera aserrada
- ❖ Carbón vegetal

- ❖ Productos de la carpintería (muebles, balances, juego de comedor, persianas, camas entre otros)
- ❖ Madera rolliza

La empresa cuenta con la siguiente estructura:



**Figura 2.** Estructura de la Empresa Agroforestal. **Fuente:** elaboración propia

## **Indicadores económicos**

Los indicadores económicos de la entidad correspondientes al año 2019 del mes de diciembre se encuentran reflejados en una tabla. **(Ver anexo 5)**

### **2.2 Descripción de la metodología seleccionada**

La metodología propuesta por (Salas, 2016b) para el diseño de un índice está compuesta por cuatro etapas y una serie de pasos, los cuales fueron adaptados según las características de la empresa quedando entonces de la siguiente manera:

#### Etapa I

- ❖ Reconocimiento de la dimensión medioambiental en la empresa objeto de estudio

Paso I: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de los elementos medioambientales en el Sistema de Gestión Ambiental.

Paso II: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de algunos indicadores medioambientales en la Empresa Agroforestal Guantánamo

#### Etapa II

- ❖ Recopilación de los indicadores

Paso I: Elección de los indicadores de evaluación ambiental

Paso II: Obtención de los coeficientes de ponderación.

#### Etapa III

- ❖ Diseño de un índice de evaluación ambiental

Paso I: Determinación de las expresiones matemáticas para el cálculo del índice de evaluación ambiental.

Paso II: Representación gráfica del índice de evaluación ambiental.

**Etapa I:** Reconocimiento de la dimensión medioambiental en la empresa objeto de estudio.

**Paso I:** Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de los elementos medioambientales en el Sistema de Gestión Ambiental.

**Paso II:** Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de algunos indicadores medioambientales en la Empresa Agroforestal



**Etapa II:** Recopilación de los indicadores

**Paso I:** Elección de los indicadores de evaluación ambiental

**Paso II:** Obtención de los coeficientes de ponderación.



**Etapa III:** Diseño de un índice de evaluación ambiental

**Paso I:** Determinación de las expresiones matemáticas para el cálculo del índice de evaluación ambiental.

**Paso II:** Representación gráfica del índice de evaluación ambiental.

**Figura 3.** Procedimiento para el diseño del índice de evaluación ambiental.

**Fuente:** elaboración propia

### **Etapa I: Reconocimiento de la dimensión medioambiental en la empresa objeto de estudio.**

Objetivo: definir los elementos de reconocimiento general de la dimensión medioambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo.

#### **Paso I: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de los elementos medioambientales en el Sistema de Gestión Ambiental.**

Técnicas: revisión documental, tormenta de ideas

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un sistema estructurado de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental que suscribe una empresa. Es un instrumento de carácter voluntario dirigido a empresas u organizaciones que quieran alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en el marco del desarrollo sostenible. Un Sistema de Gestión Ambiental se construye a base de acciones medioambientales y herramientas de gestión. Esas acciones interactúan entre sí para conseguir un objetivo claramente definido: protección medioambiental.

A continuación, se definen los criterios de reconocimiento de los elementos medioambientales asociados a este Sistema de Gestión Ambiental:

#### **Política ambiental**

La política ambiental se refiere a las acciones que el gobierno toma para cuidar o proteger el medio ambiente, como resultado de la interacción de los intereses políticos económicos y sociales, para conservar las bases naturales de la vida humana y conseguir un desarrollo sostenible. Son además las estrategias que se realizan desde las diferentes instituciones, tanto nacionales como internacionales que, a través de la elaboración y aplicación de diferentes normativas ambientales, buscan hacer frente a los problemas ambientales existentes.

- **Identificación de aspectos ambientales:** una parte de la planificación del Sistema de Gestión Ambiental que establece la Norma ISO 14001 está orientada a que la organización logre identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los cuales pueda influir, de modo que le resulte posible determinar aquellos aspectos que tienen impactos significativos sobre el medio ambiente. Para poder realizar con éxito identificación y evaluación de sus aspectos ambientales, la organización debe definir claramente cuáles son sus posibles áreas de incidencia y, en consecuencia, los impactos ambientales que genera o que pudiera generar revisión de los requisitos legales y otros: se debe elaborar un registro jurídico con todo el nivel de detalle que establece la legislación ambiental local, nacional e internacional que pueda influir en la actividad, servicio o producto que la organización ofrezca a sus clientes.
- **Establecimiento de objetivos y metas:** el establecimiento de objetivos y metas ambientales es un elemento muy importante dentro de la norma ISO-14001, ya que con este elemento se demuestra que la misma organización es la que gestiona el impacto ambiental que causa. Los objetivos y las metas se deben revisar anualmente, deben ser coherentes a la política ambiental y centrarse en la mejora continua.

**Programas de gestión ambiental:** los programas e iniciativas de la gestión ambiental establecen como deben alcanzarse los objetivos y las metas.

**Estructura y responsabilidad:** se deben establecer las responsabilidades del personal de la organización en todos los niveles de esta. Normalmente habrá un responsable de medio ambiente que delega la responsabilidad de los auditores internos, se asegura de que cumplan los procedimientos y el comité directivo.

**Paso II: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de algunos indicadores medioambientales en la Empresa Agroforestal Guantánamo**

Técnicas: revisión documental, tormenta de ideas.

Las empresas forestales son las responsables de la creación de productos forestales, sea para la distribución interna o exportación y de esta manera seguir contribuyendo con la economía local. Los productos forestales son lo que se obtienen de las selvas y bosques, los cuales son madereros, entre ellos se encuentran las maderas, madera de combustión, entre otros; y los no madereros, como el forraje, las plantas medicinales y alimentos. La función primordial de las empresas forestales es el cultivo de maderas de calidad en forma sostenible. Otro tipo de industrias forestales se encarga de hacer el debido uso silvícola de plantaciones específicas, es decir, reforesta los bosques y aprovecha los desechos en beneficio del mismo.

A continuación, se definen los criterios de reconocimiento de los indicadores medioambientales asociados a la Empresa Agroforestal.

- ✓ **Áreas verdes:** las áreas verdes tienen una gran importancia para la vida. Las plantas se encargan de absorber el dióxido de carbono de la atmósfera y liberan oxígeno. Además, ayudan a regular las temperaturas y reducen el impacto de la erosión. Sin áreas verdes, la vida no sería posible. En los entornos urbanos, las áreas verdes son imprescindibles para contrarrestar el efecto de la contaminación. Las grandes ciudades cuentan con industrias desarrolladas y un elevado tráfico vehicular: los árboles y las plantas de las áreas verdes captan parte del dióxido de carbono que emiten y lo transforman en oxígeno. Por eso deben reservarse terrenos como parques, plazas y jardines y evitar que se construyan edificios en toda la superficie ya que, de lo contrario, el equilibrio ecológico resulta muy lejano.
  
- ✓ **Ambiente laboral:** es el estado de las comunicación entre empleados y jefes, y a su nivel de bienestar y satisfacción en un momento concreto. Es además un elemento muy transcendental en el día a día de la empresa, pese a que es difícil determinar o precisar las características que lo propician. Sin embargo se ha demostrado que este influye notablemente en la productividad y en la vida personal de los empleados. Si bien se ha demostrado que en el salario y los beneficios son altamente motivadores para el empleado, un ambiente favorable ha sido considerado como el factor más determinante para mantenerse en un empleo.

- ✓ **Impactos ambientales:** son los efectos y consecuencias del accionar del hombre en el medio ambiente. La ecología es la ciencia que se dedica fundamentalmente a analizar dichas consecuencias y la magnitud del impacto producido o que puede llegar a producir; a su vez busca desde hace mucho tiempo concientizar a los gobiernos y países mediante proyectos de ley que ayuden a disminuir los impactos negativos que se ocasionan al medio ambiente. El impacto ambiental es también un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos. Un ejemplo de esto es la contaminación del aire o de los mares con la basura o el petróleo, la contaminación acústica, las guerras, los desechos de la energía radioactiva, entre otros.

## **Etapa II.- Recopilación de los indicadores**

**Objetivo:** seleccionar los indicadores para el diseño de un índice de evaluación ambiental.

### **Paso I: Elección de los indicadores para la evaluación ambiental.**

Técnicas: revisión documental.

En este paso se realiza una revisión documental de las metodologías analizadas en el epígrafe 1.3 para la selección de los indicadores que se relacionen con la evaluación ambiental, los cuales permitirán la construcción de un índice de evaluación ambiental en la empresa objeto de estudio.

### **Paso II: Obtención de los coeficientes de ponderación.**

Técnicas: revisión documental, dinámica grupal

En este paso se aborda la necesidad de jerarquizar cada uno de los elementos que forman parte del índice de evaluación ambiental, para el logro de este objetivo se utiliza la dinámica grupal con los expertos para ponderar los indicadores asignando a cada uno un peso ya que, ponderar significa asignar

pesos pesar la influencia relativa que cada indicador tiene con respecto a la variable tomada en su conjunto. Para hacerlo, se otorgarán valores numéricos a los indicadores, de modo tal que reflejen la relación que existe entre ellos, dando a los indicadores más importantes valores mayores que a los menos importantes. De esta manera se pueden asignar valores relativos, que se les llama coeficientes de ponderación

### **Etapa III.- Diseño de un índice de evaluación ambiental.**

**Objetivo:** diseñar un índice de evaluación ambiental como herramienta para un proceso de toma de decisiones para la empresa que contribuya así a la implementación de un sistema medioambiental.

**Paso I:** Determinación de la expresión matemática para el cálculo del índice de evaluación ambiental.

Técnicas: ecuaciones matemáticas

Antes de calcular el índice es necesario determinar el factor de equivalencia de escalas, para ello primeo se construye una escala que resulte útil para medir cada indicador y luego se emplea la siguiente expresión matemática:

$$\text{Factor eq} = 100 / (\text{número de divisiones escalas} - 1)$$

Para el diseño de un índice de evaluación ambiental se realiza la sumatoria del factor de equivalencia por el coeficiente de ponderación y luego se divide entre la sumatoria de cada uno de los coeficientes de ponderación quedando de la siguiente manera:

$$I_{ea} = \frac{\sum \text{factor de equivalencia} \times \text{coeficiente de ponderación}}{\sum \text{coeficiente de ponderación}}$$

### **Paso II: Representación gráfica del índice de evaluación ambiental**

En este paso una vez calculado el índice se realizará una valoración del comportamiento del mismo en la empresa.

### **Conclusiones parciales del Capítulo II**

1. Se llevó a cabo la caracterización de la Empresa Agroforestal Guantánamo donde se evidenció que la misma se encuentra en perfeccionamiento

empresarial transitando por el 8vo paso: “el proceso de mejora continua”, y que, además posee un patrimonio forestal de 40116.52 hectáreas.

2. La empresa debido a su objeto social posee varios indicadores que resultan beneficiosos para el cálculo del índice ambiental que será realizado en el próximo capítulo.

3. Se determinó una expresión matemática que permite calcular el índice de evaluación ambiental

## **CAPÍTULO III. APLICACIÓN PARCIAL DE LA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN ÍNDICE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANTÁNAMO.**

### **3.1 Aplicación parcial de la metodología seleccionada**

Para dar cumplimiento al objetivo general planteado en el diseño de investigación, en este capítulo se llevará a cabo la aplicación parcial de la metodología propuesta por (Salas, 2016b). A continuación, se describen los resultados obtenidos en las diferentes etapas y pasos de la misma.

**Etapas I: Reconocimiento de la dimensión medioambiental en la empresa objeto de estudio.**

**Paso I: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de los elementos medioambientales en el Sistema de Gestión Ambiental.**

- **Política ambiental:** en la Empresa Agroforestal Guantánamo no disponen de una política ambiental documentada que incluya la prevención de la contaminación, así como el compromiso de mejorar continuamente el desempeño ambiental y de cumplir las regulaciones ambientales.
- **Identificación de aspectos ambientales:** la organización no ha determinado, desde una perspectiva de ciclo de vida, los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede controlar, y aquellos en los que puede influir, a la par de sus impactos ambientales asociados. Un ejemplo de esto es la generación de desechos sólidos como papel, cartón y otros, lo cual, si no se controla adecuadamente, contamina los suelos y los cuerpos de agua. La empresa no ha establecido criterios para determinar los aspectos ambientales significativos.
- **Establecimiento de objetivos y metas:**
  - Entregar al 100 % de los trabajadores que requieran medios de protección.
  - Mitigar el 2 % el nivel permisible de ruido y polvo. En los aserríos y en la UEB Transporte.

- Capacitar el mayor por ciento de los trabajadores por categoría ocupacional en temas medioambientales.
- Lograr el menor por ciento de los accidentes del trabajo a partir de la capacitación y divulgación de las medidas de protección en cada puesto de trabajo.
- Dotar de las luminarias idóneas y ventilación adecuada a los locales que lo requieran.
- Tener diseñado e implementado al 100% el Sistema Integrado de Gestión incluyendo el Sistema de Gestión ambiental en todos los procesos.
- Lograr la aplicación de la ciencia y la innovación tecnológica en la mejora del desempeño ambiental de la empresa.
- **Programas de gestión ambiental:** se ejecutan capacitaciones de Educación Ambiental con el propósito de preparar a los trabajadores para la posterior implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la empresa.
- **Estructura y responsabilidad:** la Gestión Ambiental en la empresa es atendida por la especialista Yunaisy Torres Palacios juntamente con el equipo de desarrollo.

**Paso II: Establecimiento de los criterios para el reconocimiento de algunos indicadores medioambientales en la Empresa Agroforestal Guantánamo**

La Empresa Agroforestal Guantánamo, situada en el Km. 3 1/2 carretera a Bayate, municipio Guantánamo. Pertenece al Grupo Agroforestal, fue creada en 1997 por la Resolución 282/97 del Ministro de la Agricultura; la misma se encuentra en perfeccionamiento empresarial transitando por el 8vo paso: el proceso de mejora continua.

Entre las principales producciones que realiza, se encuentran:

- Madera en bolo
- Madera aserrada
- Carbón vegetal
- Productos de la carpintería (muebles, balances, juego de comedor, persianas, camas entre otros)
- Madera rolliza.

A continuación, se definen los criterios de reconocimiento de los indicadores medioambientales asociados a la Empresa Agroforestal Guantánamo en sus diferentes UEB:

- ✓ **Áreas verdes:** la Empresa Agroforestal Baracoa tiene como patrimonio 39 mil hectáreas de bosques y cinco unidades, tres directamente de producción de bienes y servicios (las silvícolas Combate de Sabanilla y Cayo Güin, y la de Aprovechamiento y Desarrollo Industrial) y dos de apoyo (Transporte y Aseguramiento Logístico) que garantizan el trabajo de las otras.

La Empresa Agroforestal Guantánamo posee un patrimonio de 40116.52 has, abarca los municipios de Yateras, Guantánamo, Caimanera, Manuel Tames, Niceto Pérez y El Salvador, con una superficie boscosa total de 40116.52 representando un 95% del territorio. Limita al norte con la provincia de Holguín, al sur con el Mar Caribe; al este con el Municipio San Antonio del Sur y Baracoa; y al oeste con el municipio Niceto Pérez y la provincia Santiago de Cuba.

- ✓ **Ambiente laboral:** la Empresa Agroforestal El Salvador inmersa en un proceso de perfeccionamiento empresarial fue sometida a un diagnóstico preliminar del clima organizacional en la cual se detectaron diversos factores que acentúan la necesidad de llevar a cabo un estudio más profundo y que se relacionan seguidamente y se detectaron las siguientes deficiencias:

- Existencia de un ambiente de trabajo tenso.
- Lenta fluidez de la información.
- Existencia de trabajadores que no se sienten realizados profesionalmente.
- No se premia a las personas que trabajan bien.
- Falta de motivación de los trabajadores.
- Falta de claridad en las funciones que deben desempeñar

- ✓ **Impactos ambientales generados:** de encomiable puede calificarse la labor del colectivo integrado por 10 trabajadores en zonas aledañas al

poblado de Caimanera, una de las acciones más importantes de la Tarea Vida: el fomento y recuperación del mangle en el litoral de la bahía de Guantánamo. Hacia el logro de esos objetivos encamina su labor una de las mejores brigadas de obreros de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Silvícola, de Caimanera, durante 2017 y 2018. Desde su creación, el 8 de noviembre de 1998, la UEB perteneciente al Grupo Agroforestal Guantánamo ha impulsado la plantación o reconstrucción de unas 600 hectáreas de mangle rojo, cuyas formaciones boscosas embellecen el paisaje natural del costero municipio de Caimanera.

Es válido destacar además que durante el año 2019 la Agroforestal baracoense identificó vías para elevar sus ingresos, entre ellas la vinculación y aprovechamiento de las demandas de productos de la Zona Especial de Desarrollo Mariel, donde materializa contratos para la venta de madera aserrada, bienes artesanales y parles, y explora oportunidades para la exportación de frutas y semillas. En el cumplimiento de su encargo social, la empresa se dedica a la silvicultura, producción de carbón vegetal, miel de abejas, productos de carpintería, comercialización de renglones agropecuarios, bienes artesanales e industriales, y la construcción y mantenimiento de viviendas para las personas afectadas por fenómenos hidrometeorológicos.

## **Etapa II.- Recopilación de los indicadores**

### **Paso I: Elección de los indicadores para la evaluación ambiental.**

La revisión y análisis con ayuda de los expertos de cada una de las metodologías valoradas en el epígrafe 1.3 permitió elaborar un listado con los indicadores fundamentales para llevar a cabo el diseño del índice para la evaluación ambiental, los cuales se encuentran en correspondencia a las características de la entidad seleccionada para la investigación que se realiza.

El listado fue sometido a una ronda de expertos para su reducción, los cuales teniendo en cuenta las condiciones de la empresa determinaron cuáles serían los más apropiados. Quedando de la siguiente manera:

Consumos de agua.

Uso de la energía.

Residuos sólidos.

Desechos peligrosos.

Uso de sustancias agotadora de la capa de ozono.

Calidad del aire

## **Paso II: Obtención de los coeficientes de ponderación**

En este paso se otorgaron valores numéricos a los indicadores, de modo tal que reflejen la relación que existe entre ellos, quedando de la siguiente manera:

<b>Indicadores ambientales</b>	<b>Coeficientes de ponderación</b>
<b>Consumo de agua</b>	4
<b>Uso de energía</b>	3
<b>Residuales sólidos</b>	6
<b>Desechos peligrosos</b>	9
<b>Uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono</b>	10
<b>Calidad del aire</b>	7

**Tabla 2:** Coeficientes de ponderación. **Fuente:** elaboración propia

## **Etapas III: Diseño de un índice de evaluación ambiental**

### **Paso I: Determinación de las expresiones matemáticas para el cálculo del índice de evaluación ambiental.**

Una vez obtenidos los coeficientes de ponderación se procede al cálculo del índice con las expresiones matemáticas, partiendo primeramente de la construcción de las escalas de valoración lo cual permitirá el cálculo para determinar el factor de equivalencia de los indicadores ambientales seleccionados.

1. Consumo de agua

<b>Conceptos</b>	<b>Conductas</b>	<b>Valores escalares</b>
<b>Bajo</b>	Cantidad consumida por día	0
<b>Medio</b>	Cantidad consumida por semana	1
<b>Alto</b>	Cantidad consumida por mes	2

**Tabla 3:** Escalas de valoración del indicador 1. **Fuente:** elaboración propia

2. Uso de energía

<b>Conceptos</b>	<b>Conductas</b>	<b>Valores escalares</b>
<b>Ninguno</b>	Gasto por día	0
<b>Moderado</b>	Gasto por semana	1
<b>Excesivo</b>	Gasto por mes	2

**Tabla 4:** Escalas de valoración del indicador 2. **Fuente:** elaboración propia

3. Residuales sólidos

<b>Conceptos</b>	<b>Conductas</b>	<b>Valores escalares</b>
<b>Contaminantes</b>	Daños severos	0
<b>Poco contaminantes</b>	Daños poco severos	1
<b>Muy contaminantes</b>	Daños muy severos	2

**Tabla 5:** Escalas de valoración del indicador 3. **Fuente:** elaboración propia

4. Desechos peligrosos

<b>Conceptos</b>	<b>Conductas</b>	<b>Valores escalares</b>
<b>Contaminantes</b>	Daños severos	0
<b>Poco contaminantes</b>	Daños poco severos	1
<b>Muy contaminantes</b>	Daños muy severos	2

**Tabla 5:** Escalas de valoración del indicador 4. **Fuente:** elaboración propia

5. Uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono

Conceptos	Conductas	Valores escalares
<b>Sustancias perjudiciales</b>	Afectaciones severas a la salud y al medio ambiente	0
<b>Sustancias poco perjudiciales</b>	Afectaciones poco severas a la salud y al medio ambiente	1
<b>Sustancias muy perjudiciales</b>	Afectaciones muy severas a la salud y al medio ambiente	2

**Tabla 6:** Escalas de valoración del indicador 5. **Fuente:** elaboración propia

6. Calidad del aire

Conceptos	Conductas	Valores escalares
<b>Contaminantes biológicos</b>	Impactos significativos en la calidad del aire	0
<b>Contaminantes criterio</b>	Impactos con límites permisibles	1
<b>Contaminantes tóxicos</b>	Impactos nocivos a la salud humana	2

**Tabla 7:** Escalas de valoración del indicador 6. **Fuente:** elaboración propia

Una vez construidas las escalas de valoración se puede entonces proceder al cálculo del factor de equivalencia para los indicadores.

$$\text{Factor eq} = 100 / (\text{número de divisiones escalas} - 1)$$

$$\text{Factor eq} = 100 / (3 - 1)$$

$$\text{Factor de eq} = 50$$

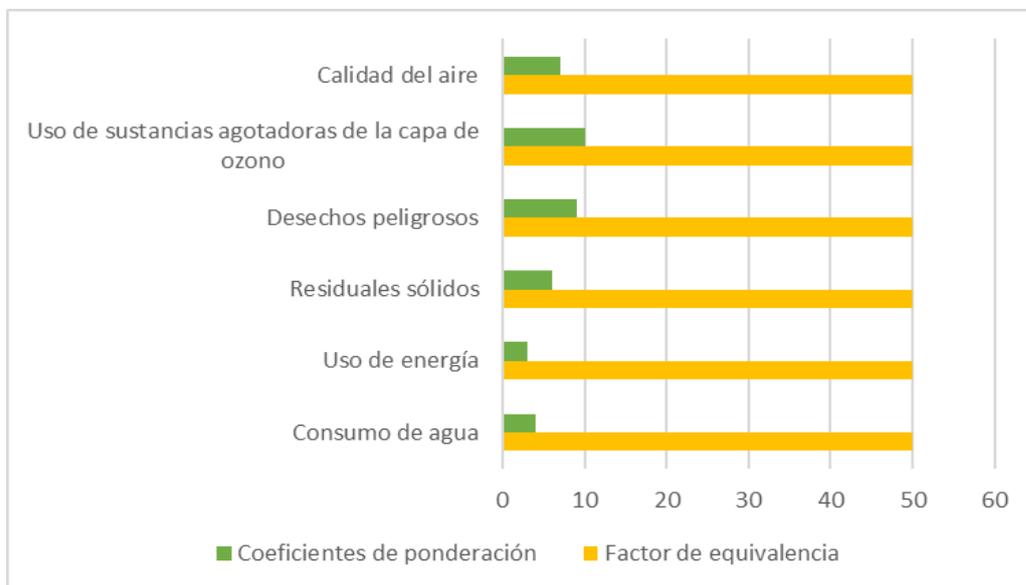
$$Iea = \frac{\sum \text{factor de equivalencia} \times \text{coeficiente de ponderación}}{\sum \text{coeficiente de ponderación}}$$

$$Iea = \frac{(50 \times 4) + (50 \times 3) + (50 \times 6) + (50 \times 9) + (50 \times 10) + (50 \times 7)}{4 + 3 + 6 + 9 + 10 + 7}$$

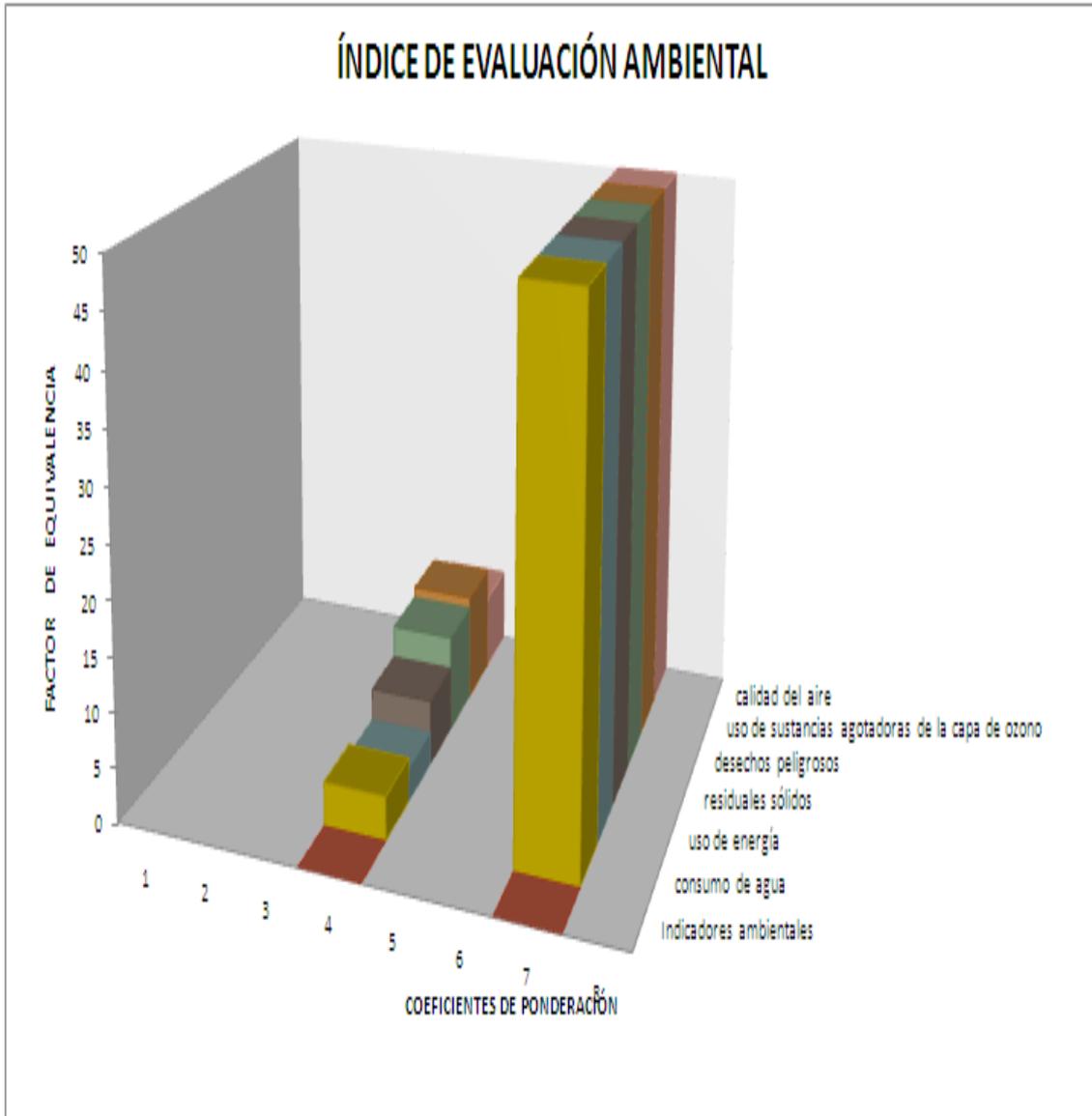
$$Iea = 50$$

## Paso II: Representación gráfica del índice de evaluación ambiental

Una vez calculado el índice de evaluación ambiental a través de las ecuaciones matemáticas se procedió a su representación utilizando el Excel como herramienta para la construcción de gráficas. El cual permitió mostrar el comportamiento de los indicadores ambientales seleccionados para el diseño del índice. Al llevar los datos de forma gráfica se logró compararlos, observar sus cambios y verlos en forma conjunta y reducida. Por lo que se puede concluir diciendo que el empleo de dicha herramienta es de gran importancia para el proceso de toma de decisiones, como es el caso que persigue el tema de la investigación que se realiza.



**Figura 4:** Índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo. **Fuente:** elaboración propia.



**Figura 5:** Índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo. **Fuente:** elaboración propia.

### **Conclusiones del Capítulo III**

- 1.** Se aplicó parcialmente la metodología de **(Salas, 2016b)**, teniendo en cuenta las características de la entidad se añadieron y quitaron pasos para su mejor aplicación.
- 2.** Se diseñó un índice que contribuya a la evaluación ambiental en la empresa y se obtuvo un resultado numérico para su interpretación acorde a la condición ambiental que presenta la empresa.
- 3.** Se obtuvo un resultado final al calcular el índice de evaluación ambiental que demostró el comportamiento de la evaluación ambiental en la empresa actualmente.

## **IMPACTO ECONÓMICO-SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL**

El diseño de un índice de evaluación ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo fue de gran impacto ya que se demostró el comportamiento ambiental en la empresa.

La investigación posee gran valor económico- social ya que al solucionarse el problema que fue objeto de investigación en la empresa, esto trae consigo logros de carácter económico, pues un buen aprovechamiento de los recursos naturales a través de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental proporciona mayor calidad a los productos que comercializa la empresa, mayores ingresos a la economía por parte de sus clientes y por consiguiente, una buena imagen ante la sociedad generada por el cumplimiento de las normas ambientales.

En cuanto al impacto medioambiental este trabajo posee gran repercusión ya que su principal objetivo es la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, el cual trae como beneficios a la organización:

- Aumento de la eficacia ambiental
- Reducción en la utilización de materias primas y energía
- Facilita el cumplimiento de la legislación vigente y la política ambiental de la organización.
- Se anticipa a los problemas ambientales que nos podamos encontrar, previniendo que aparezcan estos.
- Ayuda a la organización a disminuir la contaminación emitida por esta.
- Aumenta la confianza de las partes interesadas, como pueden ser, accionistas, inversores, trabajadores, proveedores, etc.

## CONCLUSIONES

Luego de culminar la investigación realizada se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La metodología de (Salas, 2016b) aplicada en la investigación es la más completa debido a su fácil comprensión a través de las diferentes etapas y pasos, además de cumplir con el objetivo que persigue este trabajo: el diseño de un índice en este caso, de evaluación ambiental.
2. El cálculo del índice de evaluación ambiental permitió obtener una cifra numérica que le proporcionará a la Empresa Agroforestal Guantánamo llegar a un proceso para la toma de decisiones en cuanto a su situación ambiental.
3. La investigación demostró que la construcción de un índice como herramienta para verificar el estado actual de la empresa en cuanto a la Gestión Ambiental, puede contribuir al desarrollo de una evaluación ambiental en la misma.
4. La entidad debe trazarse un plan para el logro de la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.

## RECOMENDACIONES

Emitidas las conclusiones anteriores se recomienda:

1. Realizar la aplicación total de la metodología seleccionada como herramienta para la evaluación ambiental contribuyendo con el índice diseñado, a la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la Empresa Agroforestal Guantánamo.
2. Tomar decisión inmediata a través de varias acciones para realizar evaluaciones ambientales sistemáticamente.
3. Impartir cursos sobre Gestión Ambiental de forma más sistemática a los trabajadores y directivos de la empresa con el objetivo de preparar al personal de la organización para la posterior aplicación del Sistema de Gestión Ambiental.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA**

1. (Leonard, 2019)
2. (Constitución de la República de Cuba, 2019)
3. (Diccionario de la Real Academia, 2019)
4. (Arevalo, 2017)
5. (Becerrea, 2002)
6. (Frederich, 2004)
7. (Massolo, 2015)
8. (Ley del medio ambiente, 1997)
9. (Lineamiento 99 del 7mo Congreso del PCC, 2016)
10. (NC ISO 14001, 2015)
11. (NC ISO 14000, 2004)
12. (Plan Nacional de Educación Ambiental, 2017)
13. (Michael, 2017)
14. (Rey, Sistema de Gestión Ambiental norma iso 14001, 2008)
15. (Pérez, 2008)
16. (Tarea vida, 2017)
17. (León, 2013)
18. (Fuentes, 2016)
19. (Moya, 2011)
20. (Índices y modelos ambientales, 2016)
21. (Sabino, 2016)

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Arevalo, M. (2017). Gestión Ambiental.
2. Becerrea, M. (2002). Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe.
3. Constitución de la República de Cuba. (2019).
4. Diccionario de la Real Academia. (2019).
5. Frederich, E. (2004). Gestión Ambiental como herramienta para la sustentabilidad.
6. Fuentes, H. S. (2016). Procedimiento para el diseño de índices ponderados de ecoeficiencia y ecoeficacia empresarial.
7. (2016). Índices y modelos ambientales.
8. León, A. M. (2013). Índices integrales para el control de gestión consideraciones y fundamentación teórica.
9. Leonard, Y. (2019). Caracterización Empresa Agroforestal Guantánamo. Guantánamo.
10. Ley del medio ambiente. (1997).
11. Lineamiento 99 del 7mo Congreso del PCC. (2016).
12. Massolo, L. (2015). Introducción a las herramientas de Gestión Ambiental. Universidad de la Plata.
13. Michael, S. (2017). Proyecto de grado para optar por el título de administrador ambiental.
14. Moya, J. V. (2011). Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al control de gestión empresarial.
15. NC ISO 14000. (2004).
16. NC ISO 14001. (2015).
17. Pérez, R. (2008). Sistema de Gestión Ambiental serie ISO 14000.
18. Plan Nacional de Educación Ambiental. (2017).

**19.** Rey, C. (2008). Sistema de Gestión Ambiental norma iso 14001.

**20.** Sabino, C. A. (2016). El proceso de investigación.

**21.** Tarea vida. (2017).

## Anexo 1

### Matriz de Saaty

	A	B	C	D	a	b	c	d	Media	% Importancia	Orden
A	1	5	3	7	0,60	0,38	0,33	0,41	0,43	<b>42,83</b>	1
B	1/5	1	1/7	9	0,12	0,08	0,02	0,52	0,18	<b>18,36</b>	3
C	1/3	7	1	1/5	0,20	0,53	0,11	0,01	0,21	<b>21,34</b>	2
D	1/7	1/9	5	1	0,09	0,01	0,55	0,06	0,17	<b>17,47</b>	4
Totales	1,68	13,11	9,14	17,20	1,00	1,00	1,00	1,00		100,00	

**1 = Igual de Importante**

**3 = Ligeramente más importante (1/3 Ligeramente menos importante)**

**5 = Más importante (1/5 Menos importante)**

**7 = Bastante importante (1/7 Bastante menos importante)**

**9 = Mucho más importante (1/9 Mucho menos importante)**

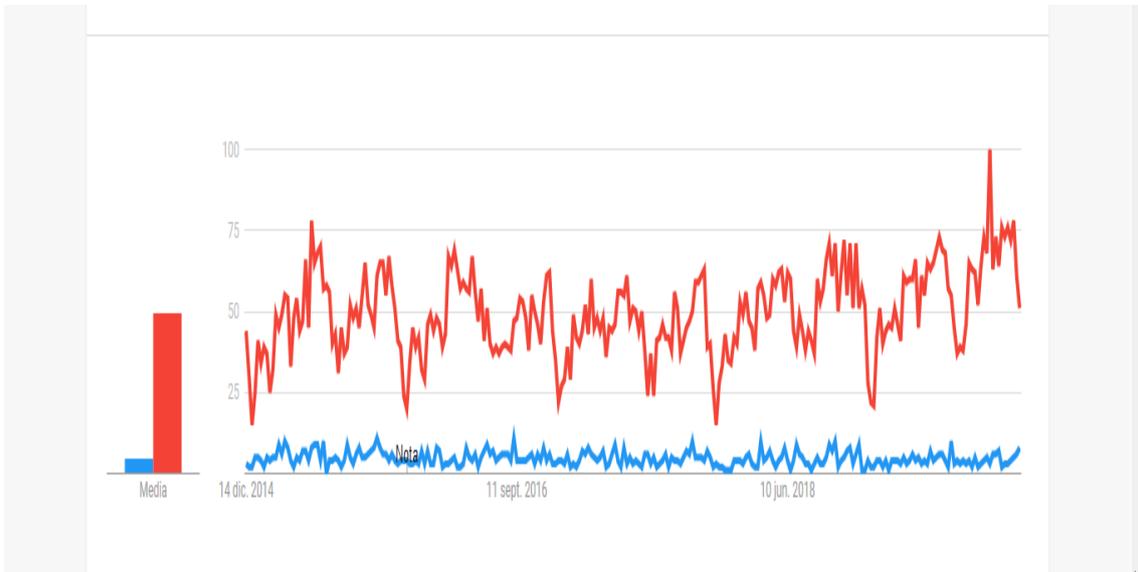
## Anexo 2

### Método de Evaluación de expertos

Candidatos a expertos	Kc	Ka	K
Francisco Conde Rodríguez	0.6	0.8	0.7
Yunaysi Torres Palacio	0.8	0.8	0.8
Yoel Duverger González	0.7	0.9	0.8
Yorgelin Leonard Carbonell	0.9	1	0.95
Happy Salas Fuentes	1	1	1
Javier Pérez Capdevila	0.9	1	0.95
Gicli Álvarez Martínez	0.9	1	0.95

### Anexo 3

#### Google trends: Interés de los términos índice y evaluación ambiental a lo largo del tiempo

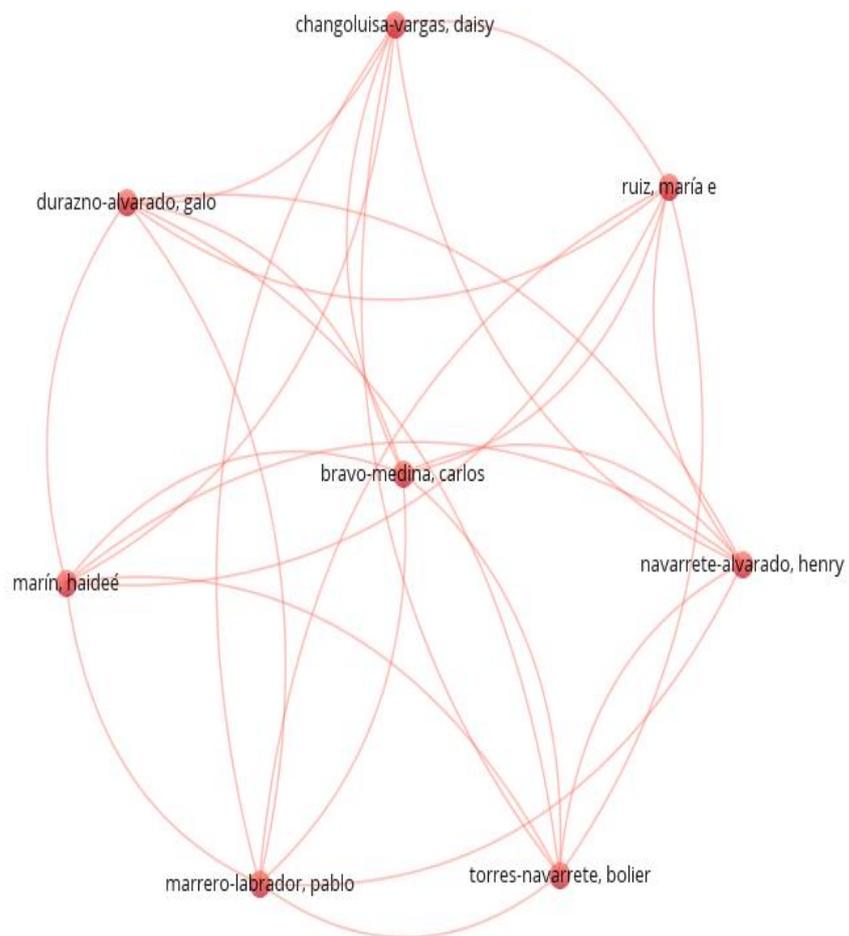


#### Google trends: Desglose comparativo de los términos índice y evaluación ambiental



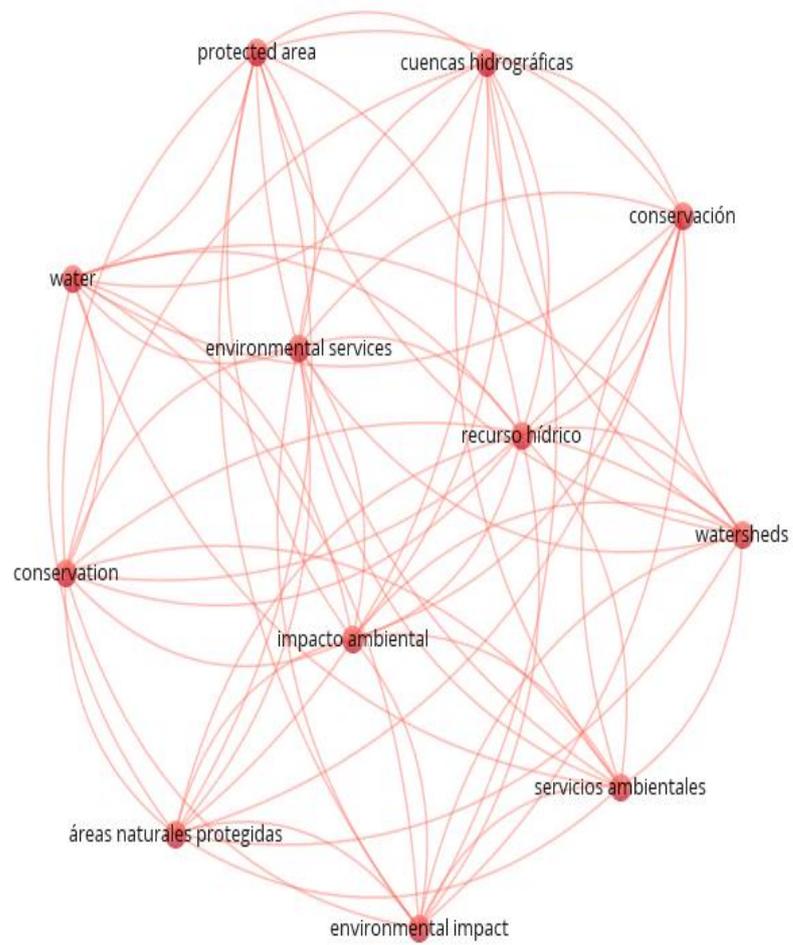
## Anexo 4

### Software Vosviewer: Análisis bibliométrico por autores



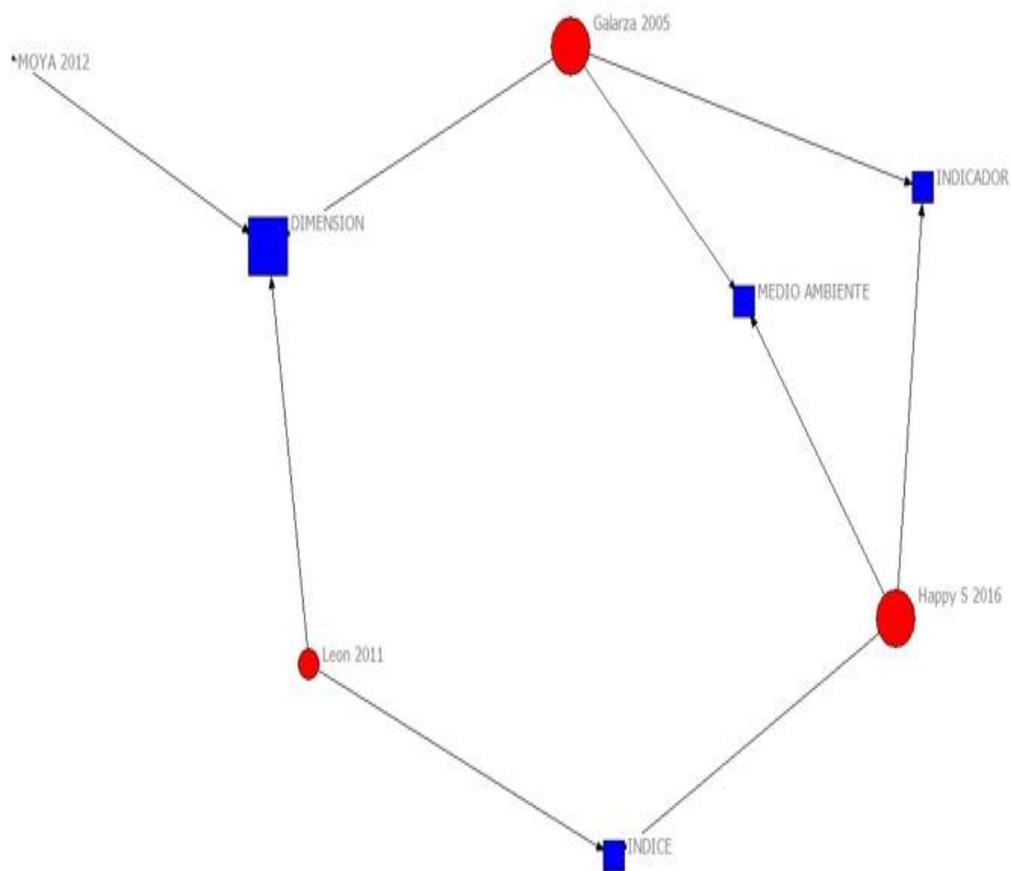
## Continuación

### Software Vosviewer: Análisis bibliométrico por palabras claves



## Anexo 4

### Software UCINET



is\Libro21)

## Continuación

FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES				
-----				
Diagonal valid?			NO	
Model:			ASYMMETRIC	
Input dataset:			Libro21 (E:\TUTORIA DE TESIS 2019-2020\Maryanis\Libro21)	
		1	2	3
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg
		-----	-----	-----
1	Happy S 2016	2.000	1.000	66.667
3	Galarza 2005	2.000	1.000	66.667
2	Leon 2011	1.000	1.000	33.333
4	MOYA 2012	0.000	2.000	0.000
				66.667
DESCRIPTIVE STATISTICS				
		1	2	3
		OutDegree	InDegree	NrmOutDeg
		-----	-----	-----
1	Mean	1.250	1.250	41.667
2	Std Dev	0.829	0.433	27.639
3	Sum	5.000	5.000	166.667
4	Variance	0.688	0.188	763.889
5	SSQ	9.000	7.000	9999.999
6	MCSSQ	2.750	0.750	3055.555
7	Euc Norm	3.000	2.646	100.000
8	Minimum	0.000	1.000	0.000
9	Maximum	2.000	2.000	66.667
10	N of obs	4.000	4.000	4.000
				4.000

## Indicadores económicos

INDICADORES	No.	U/M	MES			A. ANT.	ACUMULADO			
			PLAN	REAL	%	dic-18	PLAN	REAL	%	RELAC.
Ventas Total	1	MP	786.6	1143.0	145	15694.5	12400.7	13972.6	113	0.89
Costo Ventas	2	MP	478.8	421.6	88	10244.0	7467.5	8684.0	116	0.85
<b>Ganancia Venta</b>	<b>3</b>	<b>MP</b>	<b>307.8</b>	<b>721.5</b>	<b>234</b>	<b>5450.5</b>	<b>4933.2</b>	<b>5288.6</b>	<b>107</b>	<b>0.97</b>
Otros Ingresos	4	MP	48.6	49.0	101	10717.0	661.8	647.9	98	0.06
De ellos Comedores	5	MP	22.0	3.4	15	91.7	257.2	74.8	29	0.82
Otros Gastos	6	MP	80.4	68.2	85	681.2	1093.2	565.8	52	0.83
De ellos Comedores	7	MP	12.0	3.4	28	82.7	190.3	65.6	34	0.79
<b>Gastos Ajenos</b>	<b>8</b>	<b>MP</b>	<b>270.3</b>	<b>680.4</b>	<b>252</b>	<b>14903.8</b>	<b>4084.8</b>	<b>4809.1</b>	<b>118</b>	<b>0.32</b>
Impuestos S/Ventas	9	MP								
Otros Impuestos, Tasas y Contr	10	MP	84.1	111.3	132	1631.2	1800.0	1538.8	85	0.94
Gastos General Administrativo	11	MP	153.3	207.4	135	2413.9	1840.0	2232.7	121	0.92
Gasto Operaciones de Transporte	12	MP								
Impuesto Forestal	13	MP	8.1	4.5	56	15.5	112.0	25.7	23	1.66
Financia entregado a la OSDE	14	MP	15.7	9.3	59	277.3	248.0	155.9	63	0.56
Gastos Financieros	15	MP	2.4	340.3	14179	192.1	82.0	802.4	979	4.18
Otros gastos (Afec. A Deudores)	16	MP	14.8	21.3	144	10389.2	114.8	79.3	69	0.01
<b>Utilidad Período</b>	<b>17</b>	<b>MP</b>	<b>5.7</b>	<b>86.1</b>	<b>1511</b>	<b>582.6</b>	<b>417.0</b>	<b>561.6</b>	<b>135</b>	<b>0.96</b>
Materia Prima y Materiales	18	MP	54.2	68.3	126	919.7	560.5	867.3	155	0.94
Combustible	19	MP	47.5	32.8	69	336.8	555.0	247.2	45	0.73
Energía	20	MP	4.2	5.0	118	55.0	55.8	54.9	98	1.00
Servicios Productivos Recibidos	21	MP	12.2	7.8	64	219.2	202.0	187.7	93	0.86
Salario	22	MP	580.1	531.1	92	9953.7	7370.3	9296.3	126	0.93
Amortización	26	MP	20.3	16.3	80	335.5	200.1	206.4	103	0.62
Otros Gastos Monetarios	27	MP	64.1	36.4	57	819.0	981.0	834.0	85	1.02
De ellos Dieta	28	MP	0.0	0.0	#j DIV/O!	34.0	27.6	27.6	100	0.81
<b>Total de Gastos</b>	<b>29</b>	<b>MP</b>	<b>770.4</b>	<b>689.8</b>	<b>90</b>	<b>12419.7</b>	<b>9722.7</b>	<b>11506.1</b>	<b>118</b>	<b>0.93</b>
Promedio Trabajadores	30	UNO	964	916	95	952	963	945	98	0.99
Prod. Mercantil	31	MP	2674.4	3143.0	118	26157.4	14935.5	16807.6	113	0.64
Prod. Bruta	32	MP	1877.5	1667.2	89	27273.6	21056.1	26287.0	125	0.96
<b>Salario Medio</b>	<b>33</b>	<b>Peso</b>	<b>601.8</b>	<b>579.8</b>	<b>96</b>	<b>871.3</b>	<b>637.8</b>	<b>819.8</b>	<b>129</b>	<b>0.94</b>
Costo Prod. Mercantil	34	MP	1604.6	1885.8	118	15694.5	8961.3	10084.6	113	0.64
Costo Prod. Bruta	35	MP	1126.5	1000.3	89	16364.2	12633.7	15772.2	125	0.96
<b>Costo X Peso Prod. Mercantil</b>	<b>36</b>	<b>Peso</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>100</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>
<b>Costo X Peso Prod. Bruta</b>	<b>37</b>	<b>Peso</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>100</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>100</b>	<b>1.00</b>
<b>Costo X Peso Prod. Vendida</b>	<b>38</b>	<b>Peso</b>	<b>0.61</b>	<b>0.37</b>	<b>61</b>	<b>0.65</b>	<b>0.60</b>	<b>0.62</b>	<b>103</b>	<b>0.95</b>
<b>Costo X Peso Comedores</b>	<b>39</b>	<b>Peso</b>	<b>0.55</b>	<b>1.00</b>	<b>183</b>	<b>0.90</b>	<b>0.74</b>	<b>0.88</b>	<b>119</b>	<b>0.97</b>
<b>Gasto Salario X Peso Prod. Mercantil</b>	<b>40</b>	<b>Peso</b>	<b>0.22</b>	<b>0.17</b>	<b>78</b>	<b>0.38</b>	<b>0.49</b>	<b>0.55</b>	<b>112</b>	<b>1.45</b>
<b>Gasto Salario X Peso Prod.Bruta</b>	<b>41</b>	<b>Peso</b>	<b>0.31</b>	<b>0.32</b>	<b>103</b>	<b>0.36</b>	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>	<b>101</b>	<b>0.97</b>
<b>Valor Agregado</b>	<b>42</b>	<b>MP</b>	<b>1691.8</b>	<b>1515.5</b>	<b>90</b>	<b>24865.9</b>	<b>18655.8</b>	<b>24127.6</b>	<b>129</b>	<b>0.97</b>
<b>Productividad valor Agregado</b>	<b>43</b>	<b>Peso</b>	<b>1755.0</b>	<b>1654.5</b>	<b>94</b>	<b>26119.6</b>	<b>19372.6</b>	<b>25531.9</b>	<b>132</b>	<b>0.98</b>
<b>Gasto Salario X Peso Valor Agregado</b>	<b>44</b>	<b>Peso</b>	<b>0.3429</b>	<b>0.3504</b>	<b>102</b>	<b>0.4003</b>	<b>0.3951</b>	<b>0.3853</b>	<b>98</b>	<b>0.96</b>