

## Evaluación de la capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación. Caso de aplicación Estación Experimental Indio Hatuey

### Assessment of strategic technology and innovation management capacity. Application case Indio Hatuey Experimental Station

Beatriz Hernández Manso<sup>a</sup>, Karla Armenteros Seuret<sup>b</sup>, Jesus Suárez Hernández<sup>c</sup>

<sup>a</sup>[hmbeatriz2311@gmail.com](mailto:hmbeatriz2311@gmail.com); [beatriz@ind.cujae.edu.cu](mailto:beatriz@ind.cujae.edu.cu);

<sup>b</sup>[karmenteross@ind.cujae.edu.cu](mailto:karmenteross@ind.cujae.edu.cu)

<sup>c</sup>[jesus.suarez@ihatuey.cu](mailto:jesus.suarez@ihatuey.cu)

<sup>a, b</sup>Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Calle 114 No. 11901 entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana. Cuba

<sup>c</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba

#### Resumen

Se reconoce en la práctica empresarial cubana que persisten insuficiencias que impiden materializar en nuevos o mejorados bienes, servicios o procesos los esfuerzos en I+D, denotando bajos niveles de desempeño en la gestión tecnológica y la innovación, aspecto que llama la atención en función de si han desarrollado las capacidades para gestionar esas dos variables. Este trabajo propone un procedimiento para el diagnóstico de la capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación (CAGETI), empleando técnicas de investigación científica y empíricas como, el método de expertos Delphi, la modelación matemática basado en la Lógica Difusa Compensatoria (LDC), el análisis estadístico, las listas de chequeo y el trabajo en equipo. Su validación en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, una institución científica fundada en 1962, referente de la I+D+i en Cuba, con un alto prestigio en el sector científico cubano e internacional, permitió determinar un bajo desempeño de la CAGETI e identificar sus causas; de acuerdo a los resultados se concluyó que existe aún una brecha en la gestión de la tecnología y la innovación a nivel organizacional, ubicándose las mayores oportunidades de mejora en la capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación (CAGCCI)

**Palabras clave:** gestión tecnológica; innovación; capacidad de gestión estratégica; Lógica Difusa Compensatoria

#### Abstract

It is recognized in Cuban enterprise practice that there are persistent insufficiencies that impede the materialization of R&D efforts in new or improved goods, services or processes, denoting low levels of performance in technological management and innovation, an aspect that draws attention to whether they have developed the capabilities to manage these two variables. This work proposes a procedure for the diagnosis of the strategic management capacity of technology and innovation (CAGETI), using scientific and empirical research techniques such as the Delphi expert method, mathematical modeling based on the Compensatory Fuzzy Logic (CFL), statistical analysis, checklists and teamwork. Its validation in the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", a scientific institution founded in 1962, a benchmark of R+D+i in Cuba, with a high prestige in the Cuban and international scientific sector, allowed determining a low performance of CAGETI and identifying its causes; according to the results it

was concluded that there is still a gap in the management of technology and innovation at the organizational level, locating the greatest opportunities for improvement in the management capacity of skills and knowledge for innovation (CAGCCI).

**Keywords:** technology management; innovation; strategic management capacity; Compensatory Fuzzy Logic.

## 1. Introducción

En los últimos años, en los que los intangibles han cobrado un papel crucial en el proceso de innovación, también suele identificarse en el campo de la dirección empresarial como aprendizaje organizacional [1], gestión del conocimiento [2], capital intelectual [3], competencias esenciales [4] y capacidades dinámicas [5], que juegan un papel crucial en los procesos de innovación contribuyendo a mejores resultados organizacionales. En este contexto, las empresas dependerán de sus habilidades para desarrollar, controlar y explotar recursos internos y capacidades estratégicas, que proporcionen ventajas competitivas y le permitan lograr un alto desempeño [6-8]

En Cuba se acentúan las dificultades, por carencias de insumos, deterioro de la capacidad tecnológica instalada, incumplimiento de convenios de suministros foráneos de bienes y servicios, y limitaciones en la gestión administrativa, pero ello se agrava en el sector agrario y su lugar en la cadena de valor, con notables impactos en el país; la apreciación pública es que los resultados e impactos de la ciencia y la innovación en este sector no se corresponden con las necesidades del mismo.

Entre las prioridades gubernamentales, respaldadas en los documentos programáticos como la Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista aprobados en el VI, VII y VIII Congresos del Partido Comunista de Cuba (PCC) y en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026, destacan el incremento de las exportaciones sobre las importaciones, la soberanía tecnológica y, lo más importante, la soberanía alimentaria y nutricional [9].

En este empeño juegan un papel muy importante los centros de investigación y universidades como centros generadores de nuevas tecnologías, especialmente los vinculados al sector agroalimentario. En Cuba, un alto porcentaje de la actividad de I+D+i se desarrolla en las entidades de ciencia, tecnología e innovación (ECTI), las cuales tienen como misión fundamental la investigación científica y la innovación, la prestación de servicios científicos y tecnológicos con valor agregado relacionados con la actividad de investigación-desarrollo-innovación (I+D+i), así como efectuar producciones especializadas con valor agregado, los que pueden ser exportados

En el contexto cubano, la competitividad de un centro científico del sector agropecuario, se puede conceptualizar como: el estadio evolutivo y comprometido con la mejora continua por el que debe transitar un centro de este tipo en su avance hacia el éxito, la eficiencia y la eficacia, en cooperación con otros similares - cubanos y de otros países-, ofertando productos y servicios intensivos en conocimiento de mayor calidad y prestaciones, costos y precios competitivos, así como plazos de entrega oportunos y confiables, en el marco de procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) sostenibles ambientalmente, que permitan lograr la confianza de decisores y clientes nacionales y extranjeros, logrando posicionarse progresivamente en los sectores de interés y mercados con el propósito de consolidar su imagen organizacional y lograr ingresos para financiar su propio desarrollo, sin dejar de cumplir con generar conocimientos, tecnologías e innovaciones para la sociedad cubana y global [10]

En contraste, existe un limitado impacto de la ciencia en la producción de bienes y servicios [11-13] lo cual se contrapone con la formación del potencial humano, la educación y la creación de capacidades científicas existentes [14].

El moderado impacto de la ciencia y la tecnología y las dificultades para materializar en nuevos o mejorados productos/servicios o procesos los esfuerzos en I+D, reflejan niveles bajos de desempeño en la gestión tecnológica y la innovación, aspecto que llama la atención en función de si han desarrollado las capacidades para poder gestionar estratégicamente estas dos variables. Todo lo cual ha generado la necesidad del diseño del procedimiento de diagnóstico para evaluar el comportamiento de las variables que afectan la Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación (CAGETI), contribuyendo a un bajo desempeño de la organización; tomando como caso de estudio la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, lo cual constituye el objetivo de este trabajo.

## 2. Materiales y Métodos

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se aplican métodos y técnicas de investigación, tales como la observación directa, análisis documental, las entrevistas individuales y la encuesta. Otras técnicas empíricas fueron las listas de chequeo, el método de expertos Delphi, la modelación matemática basada en la Lógica Difusa compensatoria (LDC) y el análisis estadístico.

La integración de la tecnología y la innovación en la estrategia organizacional resulta imprescindible en la ECTI. Para lograrlo, se necesita una visión multidisciplinaria, que integre la gestión, tanto del conocimiento, de la ciencia, de la tecnología, como de la innovación [2, 15, 16]

Asimismo, existe un consolidado enfoque teórico y aplicado que le concede a los recursos y capacidades internas de la empresa un papel protagónico para el logro de ventajas competitivas y la fuente clave de sus estrategias y beneficios [2, 6, 17]. Este enfoque surge de la teoría basada en los recursos, que tiene su origen en autores de la economía de la empresa y la estrategia, [18, 19] que evolucionó a la teoría basada en los recursos y capacidades [18-21] y se ha convertido en una de las teorías más importantes en la dirección estratégica y demostrado la relación entre la innovación de productos y las capacidades organizacionales [22]

En particular las capacidades de gestión estratégicas permiten a la empresa adquirir y utilizar capacidades estratégicas. Estas capacidades abarcan el aprendizaje de gestión, el desarrollo de sistemas, la gestión del tiempo y la capacitación de los empleados [23], las habilidades de los directivos para combinar los recursos humanos, tecnológicos, informativos, entre otros para adaptarse o provocar cambios en su entorno [24], integran la rentabilidad, la capacidad de gerencia general, capacidades investigación, ciencia y tecnología y la capacidad de responsabilidad social y sostenibilidad [25], y se consideran una función de la eficiencia y la eficacia organizativas [26].

En este trabajo la capacidad de gestión estratégica se evaluará en función de la ciencia, la tecnología y la innovación, nombrada Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación (CAGETI), que integra tres capacidades, la Capacidad de dirección y gestión de la innovación (CADIGI), La Capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación (CAGCCI) y la Capacidad de investigación, desarrollo e innovación (CAIDIN), que se definen a continuación:

Capacidad de Gestión Estratégica de la Tecnología y la Innovación (CAGETI)

Habilidades, conocimientos y experiencia acumuladas en una ECTI para integrar la tecnología y la innovación a la estrategia organizacional como un proceso estratégico e integrador de todos los actores internos y externos, en una relación proactiva con su entorno sociopolítico y económico, en un desarrollo continuo de las competencias de su capital humano; elevando así su desempeño en la generación de nuevos o mejorados procesos, productos o servicios, nuevas formas de comercialización, nuevos mercados, nuevas formas de gestión y nuevos conocimientos de alto impacto científico, económico, social y medioambiental.

Capacidad de Dirección y Gestión de la Innovación (CADIGI).

Habilidades, conocimientos y experiencias acumuladas en la ECTI, para lograr la integración de los niveles estratégico, táctico y operativo en la gestión de la tecnología, convirtiéndola en competencias para la innovación; con un liderazgo efectivo y eficiente ante la toma de decisiones, para el cumplimiento de su misión, el alcance de la visión y los objetivos de I+D+i, potenciando las fortalezas y oportunidades, minimizando sus debilidades y las amenazas del entorno.

Capacidad de Gestión de las Competencias y el Conocimiento para la Innovación (CAGCCI)

Habilidades, conocimientos y experiencias acumuladas en la ECTI, para implementar estratégicamente acciones destinadas a mejorar continuamente la formación y las competencias de su capital humano, alineadas con las competencias organizacionales y de proceso, desarrollando políticas y estrategias con un enfoque de competencias integradas a la gestión estratégica de la tecnología y la innovación en el cumplimiento de la misión y el alcance de la visión enfrentando el entorno de forma proactiva.

Capacidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (CAIDIN)

Habilidades de la ECTI para convertir los conocimientos y experiencias acumuladas y la información externa sobre ciencia y tecnología en una amplia cartera de proyectos de I+D+i; transferir sus conocimientos y habilidades logrando una integración efectiva con los actores de los sistemas de innovación a nivel local, nacional e internacional y difundir y comercializar los nuevos productos/servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes y la sociedad en general, preservando el medio ambiente.

El objetivo de este procedimiento es el diseño y aplicación de un instrumento de diagnóstico que incluye variables de dirección estratégica integrada, gestión de la tecnología e innovación y gestión del conocimiento con enfoque de competencias. Operacionaliza la variable Capacidad de Gestión Estratégica de la Tecnología y la Innovación a partir de la integración de tres variables compuestas, a saber, la CADIGI, CAGCCI y CAIDIN, en un modelo matemático basado en la LDC para la toma de decisiones estratégicas.

El procedimiento de diagnóstico propone un sistema de indicadores, validados por 19 expertos de 4 ECTI prestigiosas del Ministerio de Educación Superior que tributan con su actividad científica al sector agropecuario, mediante el método Delphi. Los resultados obtenidos demostraron un alto nivel de confiabilidad o consistencia interna ( $\alpha > 0,80$ ) en los instrumentos propuestos para evaluar las dimensiones de la Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación con valores de alfa de Cronbach  $\alpha = 0,99$  para la CADIGI,  $\alpha = 0,95$  para la CAGCCI y  $\alpha = 0,92$  para la CAIDIN.

El instrumento de diagnóstico empleado son tres listas de chequeo, una que evalúa la CADIGI(x) con 25 indicadores (variables simples) asociadas a siete variables compuestas (tabla 1); la segunda evalúa la CAGCCI(x) con 20 indicadores (variables simples) asociadas a seis variables compuestas (tabla 2), y, por último, la que evalúa la CAIDIN(x) con 21 indicadores (variables simples) asociadas a ocho variables compuestas (tabla 3), que se integran en el modelo matemático, en una relación causa-efecto, a través de predicados verbales interconectados por operadores de LDC, ejemplo: and; or; not; entre otros, para evaluar la Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación (CAGETI).

Las listas de chequeo se aplican al grupo de mejora, que evalúan de forma individual el comportamiento de las dimensiones correspondientes a las tres variables antes mencionadas tomando en consideración su experiencia, resultados de diagnósticos internos y externos e inspecciones o auditorías realizados recientemente, así como la caracterización del área de I+D+i y otras áreas relacionadas.

Para garantizar la precisión de la información resultante en las listas de chequeo, se formulan 25 preguntas para la CADIGI, 20 para la CAGCCI y 21 para la CAIDIN, que son los indicadores que permiten evaluar los aspectos de interés. Se ofrecen cinco posibles escenarios de respuesta a cada pregunta a evaluar, con una escala de puntuación de 1 al 10 donde: la primera descripción coincide con la puntuación 1; la segunda tiene asociada las puntuaciones 2 y 3; la tercera tiene las puntuaciones 4, 5 y 6; la cuarta tiene asociada las puntuaciones 7, 8 y 9, y la última

descripción tiene la puntuación 10; sólo se puede evaluar una pregunta con una sola puntuación. Los rangos intermedios de puntuaciones en cada descripción son para establecer diferencias en un mismo estado; el valor 1 demuestra un bajo desempeño del indicador y el 10 un comportamiento óptimo. Posteriormente se analiza la confiabilidad de los datos recogidos a través del Coeficiente de concordancia de Kendall.

**Tabla 1.** Variables compuestas y simples de la CADIGI(x).

Variables compuestas	Variables simples
	1. <b>DDE(x):</b> Dominio de la alta dirección del proceso de dirección estratégica por objetivos centrada en valores compartidos.
	2. <b>GEI(x):</b> Dominio de la gestión estratégica de la CTI en el Organismo Superior y en la entidad.
3. <b>LI(x):</b> Liderazgo en la gestión estratégica de la tecnología y la innovación.	3.1 <b>LC(x):</b> Liderazgo y compromiso de la alta dirección en la gestión estratégica de la tecnología y la innovación.
	3.2 <b>CI(x):</b> Cultura de innovación.
	3.3 <b>GC(x):</b> Gestión del cambio
4. <b>PETI(x):</b> Plan estratégico de la Tecnología y la innovación.	4.1.1 <b>VT(x):</b> Vigilancia Tecnológica.
	4.1.2 <b>DPN(x):</b> Dominio de las políticas y normas vigentes de las ACTI
4.1 <b>EIE(x):</b> Análisis del entorno interno y externo.	4.1.3 <b>NEI(x):</b> Identificación y comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.
	4.1.4 <b>ROA(x):</b> Reconocimiento de oportunidades y amenazas.
	4.1.5 <b>IRT(x):</b> Inventario de recursos tecnológico.
	4.1.6 <b>EVT(x):</b> Evaluación de los recursos Tecnológicos
	4.2 <b>IVDI(x):</b> Incubación, verificación y discriminación de ideas.
	4.3 <b>AOP(x):</b> Alineación de los objetivos de I+D+i y prioridades de CTI
	4.4 <b>ETI(x):</b> Estrategia Tecnológica y de innovación.
	4.5 <b>PFI(x):</b> Planeación financiera.
	4.6 <b>GR(x):</b> Gestión de riesgos.
	5. <b>IECG(x):</b> Implementación de la estrategia tecnológica y de innovación.
	6. <b>CG(x):</b> Control de gestión.
7. <b>OPI(x):</b> Organización del proceso de innovación	7.1.1 <b>EOS(x):</b> Estructura organizacional funcional para la atención a las actividades de ciencia tecnología e innovación (ACTI) en el Organismo Superior (OS).
7.1 <b>RR(x):</b> Roles y responsabilidades.	7.1.2 <b>EOE(x):</b> Estructura organizacional funcional para la gestión de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en la entidad
	7.1 <b>NITI(x):</b> Nivel de Integración del sistema de dirección empresarial desde un enfoque de la gestión tecnológica y la innovación.
	7.2 <b>REP(x):</b> Relación de la Estructura Organizacional con los procesos.
7.4 <b>GEF(x):</b> Gestión económica financiera de la innovación.	7.4.1 <b>GF(x):</b> Gestión financiera.
	7.4.2 <b>GE(x):</b> Gestión económica.
	8. <b>SIG(x):</b> Integración del sistema de gestión organizacional con otros sistemas de gestión.

**Tabla 2.** Variables compuestas y simples de la CAGCCI(x)

Variables compuestas	Variables simples
1. <b>SCIE(x):</b> Sistema de competencias organizacionales y su integración a la estrategia tecnológica y de innovación.	1.1 <b>CEC(x):</b> Cultura de la alta dirección del enfoque de competencias y su integración con la estrategia tecnológica y de innovación.
1.2 <b>GEC (x):</b> Gestión de Competencias	1.2.1 <b>ISC(x):</b> Identificación de sistemas de competencia.
	1.2.2 <b>AVC(x):</b> Aprobación y validación de sistemas de competencia.
2. <b>PSEC(x):</b> Proceso de selección y reclutamiento con enfoque de competencias.	2.1 <b>CGO(x):</b> Conocimiento de los Gestores de CH acerca de la organización y sus reglas esenciales.
	2.2 <b>OPSC(x):</b> Organización del proceso de selección e integración con enfoque de competencias.
	2.3 <b>ARG(x):</b> Atención y preparación de los recién graduados de técnico medio y de nivel superior sujetos al cumplimiento del adiestramiento laboral.
3. <b>APFE(x):</b> Alineación del proceso de formación con la formulación estratégica tecnológica y de innovación.	3.1 <b>DNAC(x):</b> Diagnóstico de necesidades de aprendizaje en los tres niveles de competencias.
	3.2 <b>PF(x):</b> Planes de formación
	3.3 <b>PRF(x):</b> Programas de formación

3.4 <b>FPC(x)</b> : Fortalecimiento y consolidación del potencial científico.	3.4.1 <b>DPC(x)</b> : Diseño del plan de carrera profesional. 3.4.2 <b>RC(x)</b> : Reserva científica de la entidad. 3.4.3 <b>PC(x)</b> : Potencial científico de la entidad. 3.5 <b>EIF(x)</b> : Evaluación del impacto de la formación.
7. <b>GICI(x)</b> : Gestión de la información y el conocimiento para la innovación.	4. <b>EDEC(x)</b> : Evaluación del desempeño con enfoque de competencias 5. <b>EMM(x)</b> : Estimulación moral y material. 6. <b>CHTIC(x)</b> : Gestores de capital humano y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. 7.1 <b>GIN(x)</b> : Gestión de la información. 7.2 <b>COMI(x)</b> : Comunicación para la Innovación 7.3 <b>GCO(x)</b> : Gestión del conocimiento. 7.4 <b>OA(x)</b> : Organización que aprende

**Tabla 3.** Variables compuestas y simples de la CAIDIN(x)

Variables compuestas	Variables simples
	1. <b>PCIT(x)</b> : Plan de ciencia, tecnología e innovación
2. <b>GP(x)</b> : Gestión de proyecto	
2.1 <b>PP(x)</b> : Planificación del proyecto	2.1.1 <b>EFP(x)</b> : Estructuración de las fases y tareas del proyecto 2.1.2 <b>IRP(x)</b> : Identificación de riesgos y puntos críticos del proyecto 2.1.3 <b>PRP(x)</b> : Presupuesto del proyecto
2.2 <b>CP(x)</b> : Cartera de proyecto	2.2.1 <b>ECP(x)</b> : Ejecución y control de la cartera de proyecto 2.2.2 <b>PEX(x)</b> : Plan de explotación
3. <b>EPT(x)</b> : Enriquecimiento del patrimonio tecnológico	3.1 <b>GACT(x)</b> : Generación y adquisición de nuevo conocimiento y tecnología 3.2 <b>GINV(x)</b> : Gestión de la innovación 3.3 <b>INVT(x)</b> : Inversión tecnológica
4. <b>OPT(x)</b> : Optimización del patrimonio tecnológico	4.1 <b>ABT(x)</b> : Absorción de la tecnología 4.2 <b>CO(x)</b> : Colaboración
4.3 <b>TIC(x)</b> : Tecnologías de la información y las comunicaciones	4.3.1 <b>AP(x)</b> : Automatización de los procesos claves y de apoyo 4.3.2 <b>SR(x)</b> : Sistema de redes informáticas
5. <b>PPT(x)</b> : Protección del patrimonio tecnológico	5.1 <b>CPI(x)</b> : Cultura de propiedad industrial 5.2 <b>SPI(x)</b> : Sistema de propiedad industrial
6. <b>IDI(x)</b> : Introducción y difusión de los resultados de la ciencia, la tecnología y la innovación	6.1 <b>MECI(x)</b> : Mecanismos de integración 6.2 <b>IRC(x)</b> : Introducción de resultados científicos 6.3 <b>GRC(x)</b> : Generalización de resultados científicos 6.4 <b>EA(x)</b> : Extensión agraria 6.5 <b>SCTPE(x)</b> : Servicios científicos técnicos (SCT) y producciones especializadas (PE)
	7. <b>ISEM(x)</b> : Medición y control del impacto científico, social, económico y medioambiental

### Determinación de la Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación CAGETI(x)

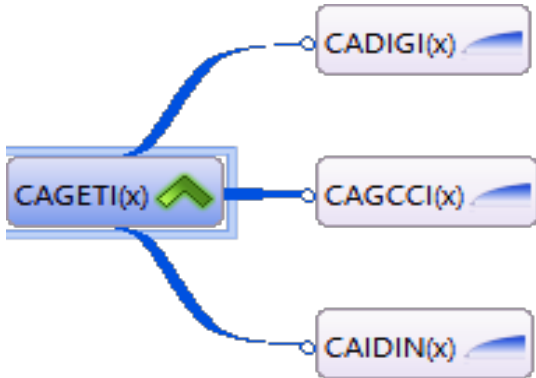
La metodología comienza con el surgimiento de un problema, el cual se define a través de un lenguaje común o profesional que utiliza conjuntos difusos para caracterizar sus predicados. A partir de esta definición se comienza a diseñar el modelo basado en LDC, registrando una transformación de registros semióticos del lenguaje común o profesional a los predicados de la LDC. Estos predicados se clasifican en simples y compuestos y se determinan las relaciones entre ellos a través de diferentes operadores, antes mencionados. Una vez diseñado el modelo se procede a procesar los datos asociados a los predicados simples con la utilización del software Fuzzy Tree Studio (FTS). Los resultados obtenidos se analizan y discuten, pero no pueden quedar aislados, estos deben ser registrados y luego divulgados para que puedan ser utilizados y enriquecidos posteriormente. La metodología para la modelación se puede encontrar en [27]. En este trabajo se utiliza la llamada Lógica Compensatoria basada en la Media Geométrica (GMBCL), por sus siglas en inglés [28]. Estos operadores han demostrado ser adecuados para la

implementación de modelos lingüísticos basados en predicados difusos provenientes de diferentes campos de investigación.

El sistema para evaluar la Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación CAGETI(x) unifica los módulos que evalúan la Capacidad de dirección y gestión de la innovación CADIGI(x), la Capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación CAGCCI(x) y la Capacidad de investigación, desarrollo e innovación CAIDIN(x) en una estructura homogénea construida a partir de hechos matemáticos y apoyadas por la lógica difusa y la antología difusa, con el objetivo de apoyar a los decisores en el análisis de datos, la generación de inteligencia y la evaluación y comparación de alternativas para la toma de decisiones estratégicas.

La Tabla 4 representa gráficamente la modelación matemática basada en la Lógica Difusa Compensatoria (LDC) de la CAGETI(x) y describe la formulación verbal de cada predicado; las ecuaciones matemáticas responden a la relación de pertenencia entre los predicados.

**Tabla 4.** Modelación matemática de la CAGETI(x).

Nombres de las variables	Descripción de los predicados	Predicados de LDC y Representación gráfica
<p><b>CAGETI(x):</b> Capacidad de Gestión Estratégica de la tecnología y la innovación.</p> <p><b>Variables de la Capacidad de Gestión Estratégica de la tecnología y la innovación CAGETI(x).</b></p> <p><b>1. CADIGI(x):</b> Capacidad de dirección y gestión de la innovación.</p> <p><b>2. CAGCCI(x):</b> Capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación.</p> <p><b>3. CAIDIN(x):</b> Capacidad de investigación, desarrollo e innovación</p>	<p><b>CAGETI(x):</b> La ECTI X tiene una alta Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación si: tiene una alta Capacidad de dirección y gestión de la innovación (CADIGI); tiene una alta Capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación (CAGCCI); tiene una alta Capacidad de investigación, desarrollo e innovación (CAIDIN).</p> <p><b>1. CADIGI(x):</b> La ECTI X tiene una alta Capacidad de dirección y gestión de la innovación.</p> <p><b>2. CAGCCI(x):</b> La ECTI X tiene una alta Capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación.</p> <p><b>3. CAIDIN(x):</b> La ECTI X tiene una alta Capacidad de investigación, desarrollo e innovación.</p>	<p><math>CAGETI(x) = CADIGI(x) \wedge CAGCCI(x) \wedge CAIDIN(x)</math>  <math>CAGETI(x) = \sqrt[3]{CADIGI(x) * CAGCCI(x) * CAIDIN(x)}</math></p> 

**Procesamiento de los datos para la toma de decisiones con el empleo de la Lógica Difusa Compensatoria basada en la Media Geométrica**

El valor de la media geométrica de X (valor puntual de la variable) es procesada con el empleo del software FTS; se le hace corresponder un valor de verdad, según una función de pertenencia sigmoideal representada en la expresión (1), que depende de tres parámetros: β llamado valor casi inadmisibile, que es donde la función sigmoideal es “casi falsa” y se considera un valor despreciable; Y denominado valor aceptable porque es el valor que se considera “tan verdadero como falso” o de indiferencia y δ o α planteado en la expresión (2), la respuesta tendrá un valor entre 0 y 1. El predicado evaluado es más falso o más verdadero mientras más cercano este a 0 o a 1 según la escala de categorías de los valores de verdad que se muestran en la tabla 5.

$$f(x) = \frac{1}{(1 + e^{-\delta(x-\gamma)})} \tag{1}$$

$$\delta = \alpha = \frac{\ln(0,9) - \ln(0,1)}{(\gamma - \beta)} \tag{2}$$

Donde:

$f(x)$ : Función que transforma los datos de una escala (0-10 puntos) a una escala difusa (entre 0 y 1)

$\delta$ : Valor Sigma

$X$ : Valor puntual de la variable que se introduce en el software (0 – 10 puntos)

$Y$ : Valor centro

**Tabla 5.** Categorías de los valores de verdad. Fuente: adaptado de [29]

Valor de verdad	Categorías
0	Falso
0,1	Casi Falso
0,2	Bastante Falso
0,3	Algo Falso
0,4	Más Falso que Verdadero
0,5	Tan Verdadero como Falso
0,6	Más Verdadero que Falso
0,7	Algo Verdadero
0,8	Bastante Verdadero
0,9	Casi Verdadero
1	Verdadero

En el lenguaje de la LDC, lo expresado en la tabla 5 equivale a decir, que el resultado obtenido es el valor de verdad de acuerdo a cuán cierto es que se cumple con lo definido en el predicado a evaluar, es decir, cuán cierto es que la ECTI posea una alta Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación. Posteriormente se ubica el valor obtenido en la escala de evaluación del nivel de desempeño de las capacidades (tabla 6). Esta escala permite evaluar el nivel de desempeño de la CAGETI ( $0 < CAGETI < 1$ ), mientras más cerca este el valor de la variable a 1 más alto será su desempeño, el mismo procedimiento se ejecuta para cada una de las tres capacidades que la determinan.

**Tabla 6.** Escala de evaluación del nivel de desempeño de las capacidades.

Rango	Criterio de Evaluación de las Capacidades
Capacidades = 0	Crítico
$0 < \text{Capacidades} \leq 0,5$	Bajo
$0,5 < \text{Capacidades} \leq 0,7$	Medio
$0,7 < \text{Capacidades} < 0,9$	Alto
$0,9 \leq \text{Capacidades} < 1$	Muy alto
Capacidades = 1	Óptimo

Con el diagnóstico y evaluación de la CAGETI se analiza la situación actual de la ECTI y las oportunidades de mejora de la misma partiendo de las debilidades detectadas, es decir, indicadores de la lista de chequeo en que la entidad tiene menor desempeño para cada una de las variables que pertenecen a los tres predicados compuestos de segundo nivel los cuales tributan al predicado compuesto de primer nivel en las ramas del árbol lógico de predicados. Con los elementos limitantes y los elementos causas de estos, se redacta la situación problema para cada rama del árbol lógico de predicados de la CAGETI.

Con esta información se elabora el plan de acciones de mejoras de la CAGETI para la ECTI. Para esto se determinan y evalúan las acciones de mejoras a partir de los elementos limitantes y

sus causas haciendo énfasis en las causas. Durante la implementación del plan de mejoras se considera importante el liderazgo de la alta dirección de la empresa y el control sistemático de su cumplimiento.

### 3. Resultados y Discusión

Para la aplicación del procedimiento desarrollado, se utilizó como caso de estudio la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (EPPF-IH). Dicha estación es una ECTI adscrita al Ministerio de Educación Superior (MES), fundada en 1962, con el objetivo de desarrollar y transferir tecnologías de alimentación y producción animal, influir en el establecimiento y rehabilitación de pastizales, lograr variedades comerciales de pastos y forrajes, así como la producción de semillas; es reconocida por sus aportes en la alimentación y manejo del ganado vacuno, no obstante estudios realizados reflejan la no existencia de indicadores económicos financieros para medir el impacto de nuevos productos; no realizan exportaciones; tampoco se patentó o licenció un producto en los últimos cinco años; así como una insuficiente gestión comercial, escaso uso de indicadores de eficiencia, eficacia, entre otros.

#### Resultados de la aplicación de las listas de chequeo en la EPPF-IH

Para la aplicación de las listas de chequeo se trabajó con un grupo de seis expertos, que fueron elegidos teniendo en consideración la cantidad de años en la entidad, la categoría y grado científico, el cargo ocupado y el conocimiento en el tema de estudio, personas con autoridad para la toma de decisiones y con un nivel de liderazgo en el círculo en que se desenvuelven los que fueron capacitados en cuanto al objetivo y contenido de las listas de chequeo y la forma de responderlas. Los resultados de la media geométrica del valor de X para cada variable se muestran en las figuras 1, 2 y 3.

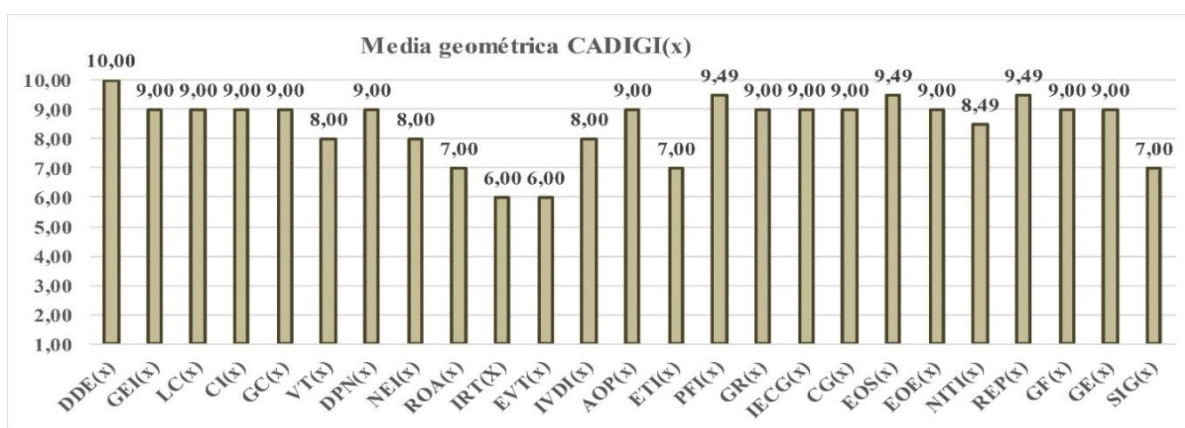


Fig. 1 Media geométrica de las dimensiones de la CADIGI(x)

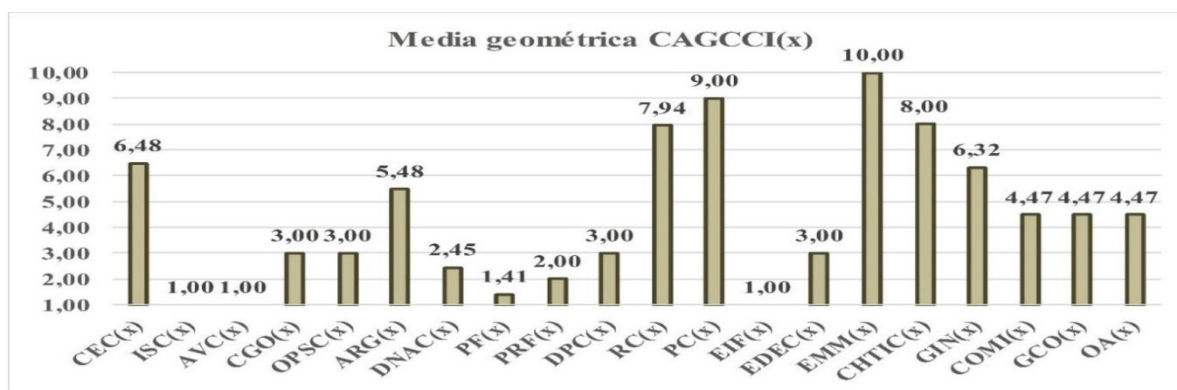


Fig. 2 Media geométrica de las dimensiones de la CAGCCI(x)

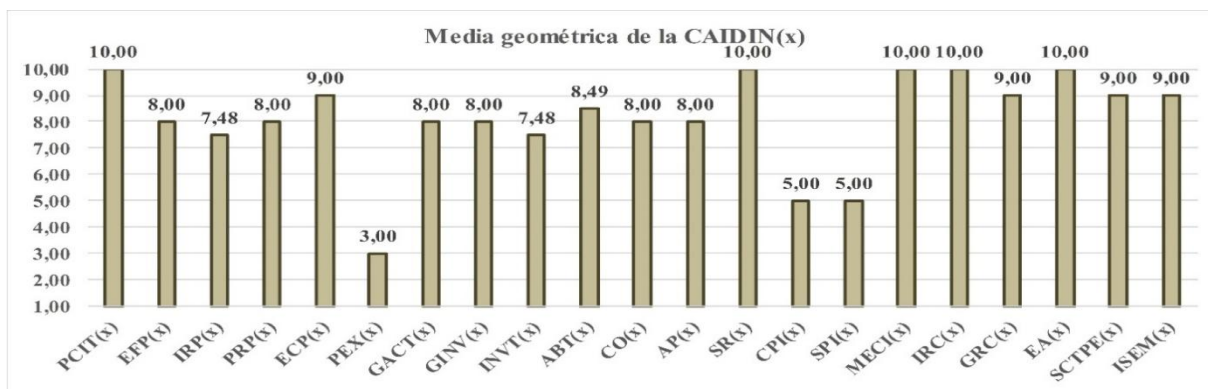


Fig. 3 Media geométrica de las dimensiones de la CAIDIN(x)

La confiabilidad de los datos recogidos en la aplicación de las listas de chequeo se evidencia en el Test de Kendall, con un coeficiente de concordancia (W) mayor que el 60 % para todos los casos; W= 0,96, W=0,91 y W=0,98 para CADIGI(x), CAGCCI(x) y CAIDIN(x), respectivamente, con un nivel de confianza del 95 %

### Resultados de la CAGETI(x)

Los datos de las medias geométricas se procesan en el software FTS que proporciona los valores de verdad de las variables CADIGI(x), CAGCCI(x), CAIDIN(x) y de la CAGETI(x), como se muestra en la figura 4, donde puede apreciarse que el valor de verdad de la CAGETI(x) es 0,45, según la escala en la tabla 6 la entidad tiene un bajo desempeño de la CAGETI (0 < CAGETI ≤ 0.5); en el lenguaje de la LDC quiere decir que es más falso que verdadero que la entidad posea una alta Capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación, según la tabla 5. La variable con mayor incidencia negativa en este resultado es la CAGCCI(x) con un valor de verdad de aproximadamente 0,20, con la mayor cantidad de indicadores limitantes

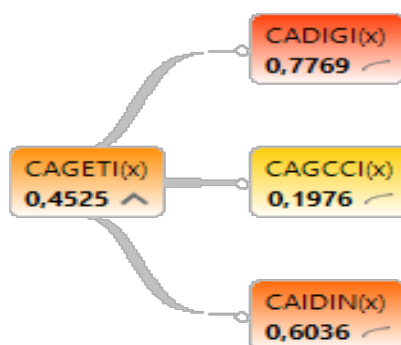


Fig. 4 Diagrama y valor de verdad de la CAGETI(x). Fuente: Salida del software FTS.

Las variables que están limitando el buen desempeño de la CADIGI(x) son las siguientes: Reconocimiento de oportunidades y amenazas ROA(x); Inventario de los recursos tecnológicos IRT(x); Evaluación de los Recursos Tecnológicos EVT(x); Estrategia tecnológica y de Innovación ETI(x); Integración del sistema de gestión organizacional con otros sistemas de gestión SIG(x)

Entre las variables limitantes de la CAGCCI(x), se encuentran las siguientes: Cultura de la alta dirección del enfoque de competencias y su integración con la estrategia tecnológica y de innovación CEC(x); Identificación del sistema de competencias ISC(x); Aprobación y validación del sistema de competencias AVC(x); Conocimiento de los Gestores de CH acerca de la organización y sus reglas esenciales CGO(x); Organización del proceso de selección e integración con enfoque de competencias OPSC(x); Atención y preparación de los recién graduados de técnico medio y de nivel superior sujetos al cumplimiento del adiestramiento

laboral ARG(x); Diagnóstico de necesidades de aprendizaje en los tres niveles de competencias (organizacionales, de procesos e individuales) DNAC(x); Planes de formación PF(x); Programas de formación PRF(x); Diseño del plan de carrera profesional DPC(x); Evaluación del impacto de la formación EIF(x); Evaluación del desempeño con enfoque de competencias EDEC(x); Gestión de la Información GIN(x); Comunicación para la Innovación COMI(x); Gestión del conocimiento GCO(x); Organización que aprende OA(x).

Entre los indicadores de la CAIDIN(x), se desatacan como los de menor desempeño los siguientes: Plan de explotación PEX(x); Cultura de Propiedad Industrial CPI(x); Sistema de Propiedad Industrial SPI(x)

#### 4. Conclusiones

En la Estación Experimental Indio Hatuey existe aún una brecha en la gestión de la tecnología y la innovación a nivel organizacional, ubicándose las mayores oportunidades de mejora en la capacidad de gestión de las competencias y el conocimiento para la innovación (CAGCCI). Se evidencia la importancia de evaluar la capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación en aras de elevar el desempeño de la entidad, su competitividad y sus aportes a la sociedad. La aplicación del procedimiento permitió identificar las causas del bajo desempeño en variables de gestión tecnológica e innovación, gestión del conocimiento y dirección estratégica focalizando áreas de mejora y contribuyendo a la toma de decisiones. El procedimiento fue validado en EEPF-IH, aunque existen resultados de su aplicación en ocho ECTI del sector agropecuario y una del sector alimentario. Es necesario que las organizaciones cubanas consideren la capacidad de gestión estratégica de la tecnología y la innovación como un recurso estratégico en su enfrentamiento a las amenazas del entorno y el aprovechamiento de las oportunidades que este provee para el cumplimiento de su misión, objetivos estratégicos y el alcance de la visión, con un incremento de bienes, servicios y tecnologías de alto impacto social.

#### Referencias

1. Colina, F. and Albites, J., *Aprendizaje e innovación: retos en las organizaciones del siglo XXI*. Revista Desde el Sur, 2020. **12**(1): p. 167-176. DOI: <https://doi.org/10.21142/DES-1201-2020-0011>.
2. Ayoub, M., *One size does not fit all: The plurality of knowledge sources for transition to sustainable farming*. Journal of Rural Studies, 2023. **97**: p. 243-254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.12.007>.
3. Gil, J.M., Vargas, E.Y., and Gutiérrez, J., *Capital intelectual, comportamiento innovador y ventaja competitiva en PyMEs: relaciones de influencia en hoteles de Boyacá (Colombia)I*. Revista Espacios, 2020. **41**(31): p. 102-118.
4. Danook, A.A. and Al.obaidy, O.F.H., *Evaluating the dimensions of strategic intent according to the Hamel and Prahalad model/a case study in Oil Projects SCOP Company*. Nankai Business Review International, 2022. **ahead-of-print**(ahead-of-print). DOI: <https://doi.org/10.1108/NBRI-04-2022-0043>.
5. Teece, D.J., *A capability theory of the firm: an economics and (strategic) management perspective*. J New Zealand Economic Papers, 2019. **53**(1): p. 1-43. DOI: <https://doi.org/10.1080/00779954.2017.1371208>.
6. Nuñez, H.R., *La estrategia empresarial basada en recursos y capacidades, evaluación e implementación*. Revista Científica RIIYM, 2018. **III**(4): p. 1-14.
7. Monazami, J., *Analysis of the components and strategic capacities of the scientific development system and the knowledge of the country from the perspective of the Supreme Leader (Damat Barakat)*. Holy Defense Studies, 2019. **5**(3): p. 89-114. DOI: <https://doi.org/20.1001.1.25883674.1398.5.3.5.1>.

8. Ferro, S. and Perez, S.A., *Strategic management of the agroindustrial network of first transformation in La Pampa, Argentina*. Journal of the International Council for Small Business, 2023. **4**(3): p. 304-315. DOI: <https://doi.org/10.1080/26437015.2023.2201893>.
9. Santos, D., et al., *Propuesta metodológica de encuesta nacional de innovación para el sector agroalimentario en Cuba*. GECONTEC: Revista Internacional De Gestión Del Conocimiento Y La Tecnología, 2022. **10**(1): p. 78–102. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6785504>.
10. Suárez, O. and Suárez, J., *Contribución a la Vigilancia Tecnológica en centros científicos agropecuarios: propuesta para la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey*. Revista Cubana de Ingeniería, 2022. **XIII**(1): p. 1-12.
11. Díaz, I., *La innovación en Cuba: una valoración crítica*. Apuntes Contables, 2019(24): p. 165-178. DOI: <https://doi.org/10.18601/16577175.n24.10>.
12. Triana, Y., et al., *Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación: integración de actores para el desarrollo*. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 2021. **9**(2): p. 176-190.
13. Díaz-Canel, M., *Gestión de Gobierno basada en ciencia e innovación: avances y desafíos*. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2022. **12**(2): p. 1-8.
14. Díaz-Canel, M., *¿Por qué necesitamos un sistema de gestión del Gobierno basado en ciencia e innovación?* Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2021. **11**(1): p. 1-14.
15. Slater, K. and Robinson, J., *Social Learning and Transdisciplinary Co-Production: A Social Practice Approach*. Sustainability, 2020. **12**(18): p. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187511>.
16. Mantulak, M.J. and Hernández, G.D., *Planificación Estratégica para la Gestión de la Tecnología y la Innovación. Estudio de Caso*. +Ingenio. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2019. **1**(2): p. 9-24.
17. Zapata, G.J. and Mirabal, A., *Capacidades Dinámicas de la Organización: Revisión de la Literatura y un Modelo Propuesto*. Investigación Administrativa, 2018. **47**(121): p. 1-22.
18. Barney, J., *Firm Resource and Sustained Competitive Advantage*. Journal of Management, 1991. **17**: p. 99-120. DOI: <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>.
19. Wernerfelt, B., *A resource based view of the firm*. Strategic Management Journal, 1984. **5**(2): p. 171-180. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>.
20. Grant, R.M., *Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration*. Organization Science, 1996. **7**(4): p. 375-387.
21. Teece, D.J., Pisano, G., and Shuen, A., *Dynamic Capabilities and Strategic Management*. Strategic Management Journal, 1997. **18**(7): p. 509-533. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z).
22. Fitri, D., Mauludy, R., and Sukardi, S., *From Penrose to Sirmon: The Evolution of Resource Based Theory*. Journal of Management and Leadership, 2018. **1**(2): p. 1-13.
23. Karakoç, N., *Firms under new competition conditions and strategic manager capabilities*. KOCATEPEIIBF Journal, 2020. **22**(1): p. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.33707/akuiibfd.549520>.
24. Houlden, B.T., *Developing a company's strategic management capability*. Long Range Planning, 1986. **19**(5): p. 89-93. DOI: [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(86\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(86)90013-0).
25. Véliz, T., Véliz, C.F., and Catacora, V.T., *Modelo para medir la gestión de capacidades estratégicas de centros de producción de bienes y servicios de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú*. Semestre Económico, 2021. **10**(1): p. 28–38. DOI: <https://doi.org/10.26867/se.2021.v10i1.110>.
26. Nyukuri, M. and Nambuswa, E., *Strategic Management Capabilities and Performance of County Government of Kakamega, Kenya*. International Journal of Recent Research in Commerce Economics and Management (IJRRCEM), 2022. **9**(4): p. 17-32. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7224922>.

27. Gil, K.M., et al., *Aplicación de la Lógica Difusa Compensatoria en la selección de ofertas de armaduras ópticas*. Revista de Ingeniería Industrial, 2010. **XXXI** (2): p. 1-9.
28. Espín, R.A., Fernández, E., and González, E., *Compensatory Fuzzy Logic: A Frame for Reasoning and Modeling Preference Knowledge in Intelligent Systems*, in *Soft Computing for Business Intelligence*, Espin, R., et al., Editors. 2014, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 3-23. ISBN: 978-3-642-53737-0.
29. Espín, R.A., et al., *An Interpretable Logical Theory: The case of Compensatory Fuzzy Logic*. International Journal of Computational Intelligence Systems, 2016. **9**(4): p. 612-626. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2016.1204111>.

### Agradecimientos

A la Alta Dirección de la EEPF-IH y a los expertos que participaron, por su apoyo y contribución.

### Conflicto de Intereses

No existen conflictos de intereses

### Contribución de los autores

**Beatriz Hernández Manso** ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3071-9337>: Realizó la investigación teórica y empírica del tema con el apoyo de métodos y técnicas de investigación científica; organización y redacción de la investigación y posteriormente el borrador del manuscrito, diseñador del instrumental metodológico; adecuación del manuscrito a las normas de la revista

**Karla Armenteros Seuret** ORCID <https://orcid.org/0009-0008-4629-4338>: Aplicación del instrumental metodológico en la entidad, recopilación y procesamiento de datos. Revisión y búsqueda bibliográfica.

**Jesus Suárez Hernández** ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6232-1251>: Revisión y análisis de la información, aportes de ideas para la versión final del manuscrito.