

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

## DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, COMO ALTERNATIVA PARA LA  
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA

UACH

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

SANDRA SANTIAGO RODRÍGUEZ



*“Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre”*

Agosto de 2014

Chapingo, Estado de México

MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, COMO ALTERNATIVA PARA LA  
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA  
UACH

Tesis realizada por **Sandra Santiago Rodríguez** bajo la dirección del Comité Asesor indicado,  
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS  
NATURALES**

Director



Dr. José Luis Romo Lozano

---

Asesor



Dr. Marcos Portillo Vázquez

---

Asesor



Dra. Ma. Amparo Máxima Borja de la Rosa

---

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

Doy gracias a la Universidad Autónoma Chapingo por haberme dado una educación y contribuido enormemente en mi formación profesional, y más que nada por existir.

Agradezco profundamente Al Dr. José Luis Romo Lozano por su tiempo, sus experiencias, sugerencias y atinados comentarios en la culminación de este trabajo, además de todo el apoyo brindado en mis estudios. Por su atención, seguimiento e interés en todo momento, con admiración y respeto gracias.

Al Dr. Marcos Portillo Vázquez y a la Dra. Amparo Borja de la Rosa por su paciencia y tolerancia además de todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo. Muchas gracias por su confianza, la cual constituye el valor más grande que me pueden heredar.

Agradezco los comentarios y observaciones de los críticos especialistas que nos apoyaron en la contestación del instrumento.

A todos mis compañeros de posgrado por sus enseñanzas y sugerencias.

Realmente no tengo palabras para decir cuan agradecida estoy con todos los profesores, personal administrativo y trabajadores que me brindaron su apoyo durante mi estancia en la UACH, en especial a Amalia Alvarado, Roció, Blanquita, Vero, Carlos, Edgar, y muchos más que ahora no puedo recordar.

## DEDICATORIAS

Al ladrón de palabras, quien me inspiró y enseñó que entre la ciencia ficción y la realidad existe una pequeña línea que debo de distinguir...

Gracias a:

Mis padres Roció y Felipe, mis hermanos Zitanea, Ángel y Felipe por todas sus alegrías y su apoyo brindado;

Mis amigos Pedro, Arturo, Nico, Rubén y Yani por creer en mí.

Nicola Carslaw por confiar en mí.

A todas las personas que he conocido en el transcurso de mi vida, ya que ellas han sido un pilar fundamental en mi desarrollo profesional y humano;

A toda la gente del mundo...

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

Sandra Santiago Rodríguez nació el 13 de julio de 1987 en el municipio de Zacatlán, Puebla, en este mismo lugar realizó sus estudios de nivel precolar, primaria, secundaria y medio superior. En 2005 ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo, en la cual realizó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Irrigación, dichos estudios fueron culminados en 2010. De 2012 – 2014 realizó sus estudios de Maestría, en la División de Ciencias Económico-Administrativas de la UACH.

# MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, COMO ALTERNATIVA PARA LA ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA UACH

## MULTICRITERIA DECISION MAKING AN ALTERNATIVE FOR BUDGET ALLOCATION IN SYSTEM RESEARCH UACH

Sandra Santiago Rodríguez<sup>1\*#</sup>; José Luis Romo Lozano<sup>1+§</sup>; Marcos Portillo Vázquez<sup>1\*</sup>; Ma. Amparo M. Borja de la Rosa<sup>1+</sup>.

\*División de ciencias Económico-Administrativas; +División de Ciencias Forestales; <sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. ([ssantiagor@hotmail.com](mailto:ssantiagor@hotmail.com)); ([mportillo49@yahoo.com.mx](mailto:mportillo49@yahoo.com.mx)); ([aborja@correo.chapingo.mx](mailto:aborja@correo.chapingo.mx)); <sup>§</sup>Autor para correspondencia ([jlromo@aya.yale.edu](mailto:jlromo@aya.yale.edu)).

### RESUMEN

Los métodos (Multicriteria Decision Making, MCDM), han tenido una increíble cantidad de uso en las últimas décadas. Su versatilidad en áreas de investigación hace que esta herramienta sea idónea para la toma de decisiones versadas a la asignación de presupuesto. En la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) las características de presupuesto son limitadas, por lo que es necesario tener una herramienta con sustento teórico como alternativa a la forma tradicional. El objetivo de esta investigación fue comparar la asignación de presupuesto con MCDM con respecto a la forma tradicional. De acuerdo a los resultados, se encontró que los MCDM con respecto a la forma tradicional de asignación de presupuesto al sistema de investigación, son muy semejantes, habiendo una diferencia menor del 7%. Por lo que se puede considerar que dicha asignación es confiable y coincide de manera aproximada con las valoraciones de los expertos participantes en el proceso de ponderación utilizado.

**Palabras clave:** Métodos de decisión multicriterio; presupuesto, asignación, matriz de decisión, ponderaciones.

# Tesista

+ Director

### ABSTRACT

(Multicriteria Decision Making, MCDM) Methods, have had an incredible amount of use in the past few decades. Their versatility in research areas makes this tool ideal for making decisions versed in budget allocation. At Chapingo Autonomous University (UACH) the budget is limited, so it is necessary to have a tool with theoretical support as an alternative to the traditional method. The goal in this research was to compare the MCDM budgetary allocation with the traditional method. According to the results, the difference in allocating budget with MCDM compared with the traditional method is just 7%. It can be considered that the traditional method is reliable and consistent with the valuations of the experts involved in the weighting process used.

**Key words:** Multicriteria decision; budget allocation, decision matrix, weights.

## CONTENIDO GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS .....	3
1.1.1	OBJETIVOS GENERALES .....	3
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.2	HIPÓTESIS .....	3
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1	TOMA DE DECISIONES.....	4
2.1.1	PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	6
2.1.2	PARADIGMAS DE RACIONALIDAD .....	6
2.2	CONCEPTOS BÁSICOS EN LA TOMA DE DECISIONES.....	8
2.2.1	UNIDAD DECISORA .....	8
2.2.2	ANALISTA.....	8
2.2.3	ESTRUCTURA ( <i>Analytical hierarchy process</i> por siglas en inglés) AHP .....	8
2.2.4	OBJETIVOS, CRITERIOS, ALTERNATIVAS Y ATRIBUTOS .....	9
2.2.5	CRITERIO DE OPTIMALIDAD PARETIANA .....	10
2.2.6	MÉTODOS DE PONDERACIÓN .....	11
2.2.7	MÉTODOS DE NORMALIZACIÓN.....	13
2.2.8	MATRIZ DE EVALUACIÓN.....	14
2.2.9	Consistencia de la matriz de comparación .....	15
2.2.10	Mejorar la consistencia de una matriz .....	16
2.3	ANTECEDENTES DE LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO.....	16
2.3.1	MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO COMPENSATORIOS .....	17
2.3.2	MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO NO COMPENSATORIOS .....	18
2.3.3	APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO .....	19

2.4	MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO .....	21
2.4.1	<i>PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)</i> .....	21
2.4.1.1	Fundamentos del proceso analítico jerárquico (AHP) .....	21
2.4.1.2	Características principales .....	22
2.4.1.3	Axiomas de AHP .....	23
2.4.1.4	Ventajas y desventajas de AHP .....	24
2.4.2	<i>TÉCNICA PARA EL ORDEN DE PREFERENCIAS POR SIMILITUD A LA SOLUCIÓN IDEAL (TOPSIS)</i> .....	25
2.4.2.1	Estructura del método TOPSIS.....	26
2.4.2.1.1	Identificación de la matriz de decisión .....	26
2.4.2.1.2	Normalización de la matriz de decisión.....	26
2.4.2.1.3	Cálculo de los pesos de la matriz de decisión PONDERADA .....	27
2.4.2.1.4	Identificación de la solución ideal positiva (SIP) y negativa (SIN).....	27
2.4.2.1.5	Cálculo de las distancias que separan a SIP y SIN.....	27
2.4.2.1.6	Estimación de la distancia más cercana a la solución ideal.....	28
2.4.2.1.7	Priorización de alternativas.....	28
2.4.2.2	Ventajas y desventajas de TOPSIS .....	29
2.4.3	<i>MÉTODO DE SUMA PONDERADA (WSM, por sus siglas en inglés)</i> .....	29
2.4.3.1	Ventajas y desventajas de WSM.....	30
<b>3</b>	<b>ESTUDIO DE CASO .....</b>	<b>31</b>
3.1	APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS MULTICRITERIO EN LA ASIGNACIÓN DEL PRESUPUESTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO UACH .....	31
3.1.1	<i>CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN LA UACH</i> .....	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
4.1	ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO .....	33
4.2	ENTREVISTA CON EXPERTOS DECISORES.....	33

4.3	INCONSISTENCIA DE DATOS .....	35
4.4	ESTIMACIÓN DE LAS PONDERACIONES CON EL MÉTODO DE AHP .....	36
4.5	AGREGACIÓN CON LOS MÉTODOS TOPSIS Y WSM .....	36
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
5.1	VECTORES PROPIOS .....	38
5.2	PONDERACIONES FINALES .....	39
5.3	RESULTADOS DEL MÉTODO TOPSIS .....	40
5.4	RESULTADOS DEL MÉTODO DE SUMA PONDERADA WSM.....	47
5.5	COMPARACIÓN DE RESULTADOS TOPSIS Y WSM.....	49
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>
8.1.1	<i>ANEXO 1: INSTRUMENTO DE PONDERACIÓN .....</i>	<i>59</i>
8.1.2	<i>ASIGNACIÓN DEL PRESUPUESTO DENTRO DE LA UACH UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO .....</i>	<i>59</i>
8.1.2.1	Ponderación de criterios y subcriterios .....	60
8.1.2.1.1	Métodos de ordenación simple .....	61
8.1.2.1.1.1	Criterios.....	61
8.1.2.1.1.2	Subcriterios .....	61
8.1.2.1.2	Distribución de puntos .....	62
8.1.2.1.3	Método de Análisis Jerárquico .....	63
8.2	ANEXO 2: NORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO DE LOS CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN .....	66
8.2.1	<i>INTRODUCCIÓN .....</i>	<i>66</i>

## 8.2.2 CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO A LOS CENTROS E INSTITUTOS DE

<i>INVESTIGACIÓN</i> .....	67
8.2.2.1 Evaluación Institucional.....	67
8.2.2.2 Evaluación de Investigadores .....	68
8.2.2.3 Productividad del Centro o Instituto .....	69
8.2.2.3.1 Criterios de Evaluación de Productividad de los Centros o Institutos.....	70
8.2.2.3.1.1 Artículos Científicos Publicados en Revistas de Alto Prestigio (Incluidas en el Índice de CONACyT y/o en el Master Journal List/Thomson Reuters).....	70
8.2.2.3.1.2 Artículos y Ensayos Científicos Publicados en Revistas con Arbitraje No Incluidas en Índices.....	71
8.2.2.3.1.3 Artículos en Extenso o Resúmenes Ampliados Incluidos en Memorias de Reuniones Científico Técnicas	72
8.2.2.3.1.4 Tesis Dirigidas o Asesoradas, Concluidas y Publicadas.....	73
8.2.2.3.1.5 Participación en Arbitraje O Edición de Artículos Científicos, Libros o Proyectos de Investigación.	74
8.2.2.3.1.6 Otras Publicaciones Impresas o Electrónicas publicadas como primera edición con registro ISBN.	75
8.2.2.3.1.7 Manuales Técnicos, Folletos y Trípticos de divulgación derivados de proyectos de investigación..	76
8.2.2.3.1.8 Eventos Científicos .....	78
8.2.2.3.1.9 Participación en Comisiones de la Dirección General de Investigación y Posgrado.....	79
8.2.2.3.1.10 Productos de Investigación con protección legal.....	79
8.2.2.3.1.11 Divulgación Científica y Tecnológica .....	80
8.2.2.3.1.12 Impacto Social O Comunitario.....	81
8.2.2.3.1.13 Distinciones.....	82
8.2.2.3.1.14 Asesorías Especializadas y Comisiones Técnicas no remuneradas relacionadas con la temática del Centro o Instituto de Investigación.....	83
8.2.2.3.1.15 Proyectos Externos relacionados a demandas del sector agropecuario y forestal nacional.....	84
8.2.2.3.1.16 Sanciones .....	85
8.2.2.3.1.17 Asuntos No Previstos .....	85

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. MATRIZ DE EVALUACIÓN.	14
CUADRO 2. ESCALA FUNDAMENTAL DE LOS NÚMEROS ABSOLUTOS DE SAATY.	23
CUADRO 3. CENTROS O INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN.	31
CUADRO 4. PESOS DE CADA CRITERIO OBTENIDOS CON EXPERT CHOICE.	38
CUADRO 5. PESOS DE CADA SUBCRITERIO "EVALUACIÓN INSTITUCIONAL" OBTENIDOS CON EXPERT CHOICE.	38
CUADRO 6. PESOS DE CADA SUBCRITERIO "EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES" OBTENIDOS CON EXPERT CHOICE.	39
CUADRO 7. PONDERACIÓN FINAL DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS	39
CUADRO 8. MATRIZ DE DECISIÓN MÉTODO TOPSIS.	40
CUADRO 9. MATRIZ DE DECISIÓN ELEVADA AL CUADRADO $(x_{ij})^2$ TOPSIS.	41
CUADRO 10. MATRIZ NORMALIZADA $(r_{ij})$ TOPSIS.	42
CUADRO 11. MATRIZ PONDERADA $(a_{ij})$ TOPSIS.	43
CUADRO 12. SEPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL POSITIVA TOPSIS.	44
CUADRO 13. SEPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL NEGATIVA TOPSIS.	45
CUADRO 14. PORCENTAJE DE ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO AL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN TOPSIS.	46
CUADRO 15. MATRIZ DE DECISIÓN $(x_{ij})$ WSM.	47
CUADRO 16. MATRIZ PONDERADA WSM.	48
CUADRO 17. COMPARACIÓN DE RESULTADOS TOPSIS, WSM Y FORMA TRADICIONAL, EN %.	49
CUADRO 18. ORDEN DE CRITERIOS.	61
CUADRO 19. SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN INSTITUCIONAL.	61
CUADRO 20. SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES.	61
CUADRO 21. SUBCRITERIOS DE PRODUCTIVIDAD DEL CENTRO O INSTITUTO.	62
CUADRO 22. PUNTAJE OBTENIDO POR CADA CRITERIO.	62
CUADRO 23. PUNTAJE OBTENIDO POR SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN INSTITUCIONAL.	62
CUADRO 24. PUNTAJE OBTENIDO POR SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES	63
	X

CUADRO 25. PUNTAJE OBTENIDO POR SUBCRITERIOS DE PRODUCTIVIDAD DEL CENTRO O INSTITUTO.	63
CUADRO 26. COMPARACIÓN PAREADA ENTRE CRITERIOS EN TÉRMINOS DE IMPORTANCIA.	64
CUADRO 27. COMPARACIÓN PAREADA ENTRE SUBCRITERIOS EVALUACIÓN INSTITUCIONAL EN TÉRMINOS DE IMPORTANCIA.	64
CUADRO 28. COMPARACIÓN PAREADA ENTRE SUBCRITERIOS EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES EN TÉRMINOS DE IMPORTANCIA.	65
CUADRO 29. COMPARACIÓN PAREADA ENTRE SUBCRITERIOS PRODUCTIVIDAD DEL CENTRO O INSTITUTO EN TÉRMINOS DE IMPORTANCIA.	65
CUADRO 30. EVALUACIÓN INSTITUCIONAL SUBCRITERIOS Y PONDERACIONES TRADICIONALES.	67
CUADRO 31. EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES.	69
CUADRO 32. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EN REVISTA DE ALTO PRESTIGIO.	71
CUADRO 33. ARTÍCULOS Y ENSAYOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EN REVISTAS CON ARBITRAJE, NO INCLUIDAS EN ÍNDICES.	71
CUADRO 34. ARTÍCULOS EN EXTENSO O RESÚMENES AMPLIADOS INCLUIDOS EN MEMORIAS O EN REUNIONES CIENTÍFICO-TÉCNICAS.	73
CUADRO 35. TESIS CONCLUIDAS LICENCIATURA Y POSGRADO.	73
CUADRO 36. ARBITRAJE O EDICIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS, LIBROS O PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIONES COMO EDITORES.	74
CUADRO 37. OTRAS PUBLICACIONES IMPRESAS O ELECTRÓNICAS PUBLICADAS COMO PRIMERA EDICIÓN CON REGISTRO ISBN.	76
CUADRO 38. MANUALES, FOLLETOS Y TRÍPTICOS DE DIVULGACIÓN.	77
CUADRO 39. EVENTOS CIENTÍFICOS.	78
CUADRO 40. PARTICIPACIÓN EN COMISIONES ASIGNADAS O APROBADAS POR LA DGIP.	79
CUADRO 41. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN CON PROTECCIÓN LEGAL.	80
CUADRO 42. DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA.	81
CUADRO 43. IMPACTO SOCIAL Y COMUNITARIO.	82
CUADRO 44. DISTINCIONES.	83
CUADRO 45. ASESORÍAS ESPECIALIZADAS.	84
CUADRO 46. PROYECTOS RELACIONADOS A DEMANDAS DEL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL NACIONAL.	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE UN PROBLEMA AHP. ....	9
FIGURA 2. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA DISTRIBUCIÓN PRESUPUESTAL Y SUS RESPECTIVOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS. ....	34
FIGURA 3. GRÁFICO DE PRESUPUESTO EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN. ....	50
FIGURA 4. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA DISTRIBUCIÓN PRESUPUESTAL Y SUS RESPECTIVOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS. ....	60

# MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, COMO ALTERNATIVA PARA LA ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO EN EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN DE LA UACH

## 1 INTRODUCCIÓN

Los métodos de decisión multicriterio (Multicriteria Decision Making, MCDM) «siglas en inglés» han tenido una increíble cantidad de uso en las últimas décadas. Su papel en diferentes áreas se ha incrementado de manera significativa, especialmente en donde se tiene que tomar decisiones. La gran versatilidad de MCDM en áreas de investigación hace que esta herramienta sea idónea para obtener resultados satisfactorios versados a la asignación de presupuesto de cualquier índole. Se dice que la investigación y la ciencia juegan un papel importante en la determinación del nivel económico de una nación, sin embargo es difícil obtener este parámetro si no se tiene un registro de calidad y cantidad que se genera anualmente.

La asignación de presupuesto es una difícil tarea que realiza el gobierno federal. Sin embargo, de la recaudación que se obtiene mediante ingresos petroleros y no petroleros, las erogaciones en investigación de acuerdo al presupuesto de egresos del ejercicio fiscal 2014, correspondió al 1.83% a nivel nacional, exclusivo para ciencia y tecnología e innovación. No obstante, una pregunta interesante es como realizar una asignación presupuestal óptima, de tal forma que llegue a los sectores que realmente son eficientes y trabajan en la obtención de resultados plausibles. La implementación de MCDM es ideal como alternativa a la asignación de presupuesto en investigación.

El establecimiento de criterios para la evaluación de investigación debe de considerarse como una cuestión indispensable para calificar la eficiencia de cada Centro o Instituto de Investigación. Ésta es una forma de cuantificar y justificar las inversiones que se realizan en dichos centros o institutos, si los resultados son positivos, las autoridades deben de seguir invirtiendo y motivando a los integrantes de los Centros o Institutos, en caso de obtener resultados no deseados, las autoridades en turno tengan la facultad y los fundamentos necesarios para revocar dicho presupuesto, así como formular una nueva iniciativa que permita obtener resultados pertinentes en investigación.

En el caso de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y debido a las características de presupuesto limitado al campo de la investigación, este se debe de asignar a aquellas áreas que dan rendimientos en investigación, es por ello que es idóneo aplicar MCDM para la planificación de recursos. En este trabajo se pretenden utilizar los MCDM en la distribución de presupuesto el sistema de investigación de la UACH como alternativa a la forma tradicional de asignación de capital, con el objetivo de incentivar y motivar aquellos centros o institutos de investigación más eficiente y que mejores resultados han tenido en los últimos años.

Estas técnicas evaluativas deben de hacerse regularmente debido a que pueden ser una buena alternativa para incrementar la calidad en investigación. Cabe reconocer que aquellos países competitivos que se mantienen en vanguardia de canales de investigación utilizan estos mismos métodos que han desarrollado y adoptado como líneas prioritarias para su crecimiento y desarrollo económico. La producción de este tipo de índices se ha concentrado en Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Holanda, España, entre otros, (Peña, 2011).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVOS GENERALES**

Utilizar los MCDM, en materia de asignación de presupuesto en los centros o institutos de investigación de la UACH, dichos métodos tienen un sustento teórico.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Organizar y estructurar el esquema jerárquico que se pretende proponer para la distribución del presupuesto de la UACH.
- ✓ Analizar el contexto de decisión, identificar los criterios y subcriterios del problema que se pretende resolver.
- ✓ Asignar las ponderaciones a cada criterio y subcriterio, con base a la unidad decisora.
- ✓ Comparar la forma tradicional de asignación de presupuesto y los dos métodos de decisión multicriterio.

## **1.2 HIPÓTESIS**

- ✓ Al aplicar los MCDM, se pueden obtener resultados que permiten tomar decisiones sustentadas, con mayor información, en la distribución del presupuesto en el sistema de investigación de la Universidad.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 TOMA DE DECISIONES

La toma de decisiones es una diligencia que se realiza diariamente en la vida del ser humano, esta acción se realiza desde la aparición del hombre y es una de las actividades de los seres vivos en la que mejor se aprecia el nivel de evolución y organización. La toma de decisión ha inspirado a reflexionar a muchos pensadores y grandes filósofos de la antigüedad, como Aristóteles, Platón, Tomás de Aquino por citar sólo algunos, los cuales analizaron la capacidad de los humanos para decidir y en algunos modales afirmaron que es la peripeia que distingue a los humanos de los animales (Figueira, et al., 2005).

En la antigüedad, la toma de decisiones se basaba en el binomio simple de *experiencia-intuición*. Sin embargo es claro que la complejidad de los problemas han ido creciendo debido a la sociedad en que vivimos y al sistema económico actual, lo cual significa que los escenarios son menos estructurados debido a la intervención de numerosos actores y factores, por lo que para analizar este complejo binomio, es necesario seguir el juicio de *información-razonamiento*, el cual ha ido evolucionando a *conocimiento-razonamiento* (Moreno, 1993).

El razonamiento se versa al concepto de racionalidad en el sentido clásico, i. e., la aplicación del método científico «objetividad, verificabilidad y causalidad» aplicado al estudio de problemas. La toma de decisiones es el enfoque característico de los paradigmas de racionalidad, que debe de cumplir con los mismos principios que el método científico. El conocimiento, entendido en el sentido de la inteligencia artificial (Moreno & Mata, 1992), se refiere a creencias, ideas, reglas y

procedimientos generalmente ciertos en un dominio particular, i. e., interpretación de información existente dentro de un dominio específico.

La toma de decisiones, la recolección y análisis de la información se ha convertido en una ciencia (Figueira, et al., 2005). La información que se recopila sirve para tomar decisiones futuras. Se debe ser consciente que no toda la copiosa información es útil para tomar una decisión, todo depende de su calidad, interpretación e influencia en el tema que se requiera analizar. Evidentemente, cuando se habla de “interpretación” de información por parte de la unidad decisora, se está avistando explícitamente la incorporación de aspectos intangibles o aspectos subjetivos asociados a la percepción de la realidad que tienen los decisores.

En la toma de decisiones existen objetivos, criterios y subcriterios que se califican, la mayoría de las veces estos son no tangibles, lo que significa que son muy difíciles de cuantificar, por tanto no se puede realizar una negociación si no se tiene un fundamento sólido. Para resolver este dilema se tienen que medir hechos secundarios tangibles, los cuales influyen en el objetivo fijado. Para tomar una decisión es esencial conocer y entender el problema, las partes interesadas que lo componen y esencialmente los grupos interesados y afectados que están involucrados (Saaty, 2008). En cada uno de estos grupos debe haber posibles alternativas de solución que influyen en dicho conflicto.

Para medir los factores intangibles, es necesario tener un conocimiento más profundo de los componentes de dichas cuestiones, lo cual requiere una gran inversión de tiempo para su estudio. El hecho de tomar decisiones se torna interesante cuando investigadores, políticos y grupos de

poder tienen visiones divididas sobre el escrutinio que competen a una sociedad. Esto significa que la decisión está intrínsecamente relacionada con una pluralidad de puntos de vista, que a grandes rasgos se pueden definir como criterios (Figueira, et al., 2005).

(Moreno & Escobar, 2000), indican que la toma de decisiones es una de las actividades del ser humano que mejor refleja su nivel de desarrollo y libertad. El estudio indiscutible de la toma de decisiones tomó numerosa importancia a partir de los años 70, desde un punto de vista tradicional clásico, fundamentado en el paradigma de la racionalidad sustantiva, presumía un único objetivo, el conocimiento a priori de las alternativas y consecuencias asociadas a las mismas, y la utilización del criterio de maximización de la utilidad esperada a la hora de priorizar y seleccionar la “mejor” alternativa en un problema dado.

### **2.1.1 PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

De acuerdo a (Zeleny, 1975), el proceso de toma de decisiones consiste en tres etapas; la primera es la pre-decisión, la siguiente es la toma de decisión y la última, post-decisión. Estas tres etapas son independientes una de otra; la fase posterior de la toma de decisión a menudo coincide con la preparación de decisiones previas para la siguiente toma, por lo que cada etapa forma un eslabón importante en el proceso de toma de decisiones. Una etapa de decisión es a su vez compuesta por una serie de decisiones parciales, que se caracteriza por sus propias etapas de pre y post-decisión.

### **2.1.2 PARADIGMAS DE RACIONALIDAD**

La visión racionalista positivista cartesiana, ha inundado la ideología de la civilización occidental desde que la filosofía clásica griega sistematizó el uso del análisis, el juicio y la argumentación

(Pacheco & Contreras, 2008). El racionalismo en la época actual considera que para cualquier clase de problemas en la que se involucre la toma de decisiones existe una solución óptima adecuada y que es posible hallarla simplemente discurrendo en los estamentos del problema y modelándolo apropiadamente.

(Hargreaves, 1991), renuncia a la definición clásica de paradigmas de racionalidad y señala que ésta se efectúa de acuerdo con preferencias y conocimiento de partes implicadas, además se vincula con la toma de decisiones. De acuerdo a (Moreno, 2002), los paradigmas de racionalidad más extendidos son:

**Racionalidad sustantiva**, la cual ha dominado la toma de decisiones desde su aparición a mediados del siglo XX. Caracterizada por su comportamiento optimizador «maximización del bienestar», se centra en el conocimiento de las alternativas, sus consecuencias y el criterio para la evaluación y comparación de las alternativas. Es un acercamiento normativo guiado hacia la predicción y control, que explica cómo deben ser tomadas las decisiones.

**Racionalidad acotada**, surge a finales de los años sesenta, motivada por las limitaciones cognitivas de los humanos. Se basa en dos ideas: la búsqueda y la satisfacción. La primera asociada al desconocimiento de alternativas «en lo pragmático la unidad decisora no conoce los efectos de las alternativas sino las expectativas de las mismas», y la segunda se basa en la consecución de logros o metas para los objetivos «existe más de un objetivo».

**Racionalidad procedimental**, es una aproximación orientada al proceso que tiene un carácter práctico, realista y formativo, y cuyo propósito es la comprensión y el consenso. Esta

racionalidad se centra en cómo funciona el sistema, y es más práctica y próxima a la realidad que la sustantiva.

## **2.2 CONCEPTOS BÁSICOS EN LA TOMA DE DECISIONES**

### **2.2.1 UNIDAD DECISORA**

Son aquellos individuos o conjunto de individuos, que reúnen cualidades de intelecto y que se les asigna la responsabilidad de tomar la decisión, (Romero, 1996). En este trabajo también se le hará la denominación de experto o decisor.

### **2.2.2 ANALISTA**

Es la figura que modela la situación concreta y que eventualmente, hace recomendaciones relativas a la selección final. El analista no expresa opiniones personales, sino que se limita a reconocer las del decisor y a tratarlas de manera objetiva (García, et al., 2009).

### **2.2.3 ESTRUCTURA (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS por siglas en inglés) AHP**

La representación jerárquica, ayuda a comprender y visualizar todo los elementos de un problema, agruparlos según su importancia e influencia en distintos niveles, comprender las relaciones que existe entre ellos y como cada elemento afecta a la totalidad del problema.

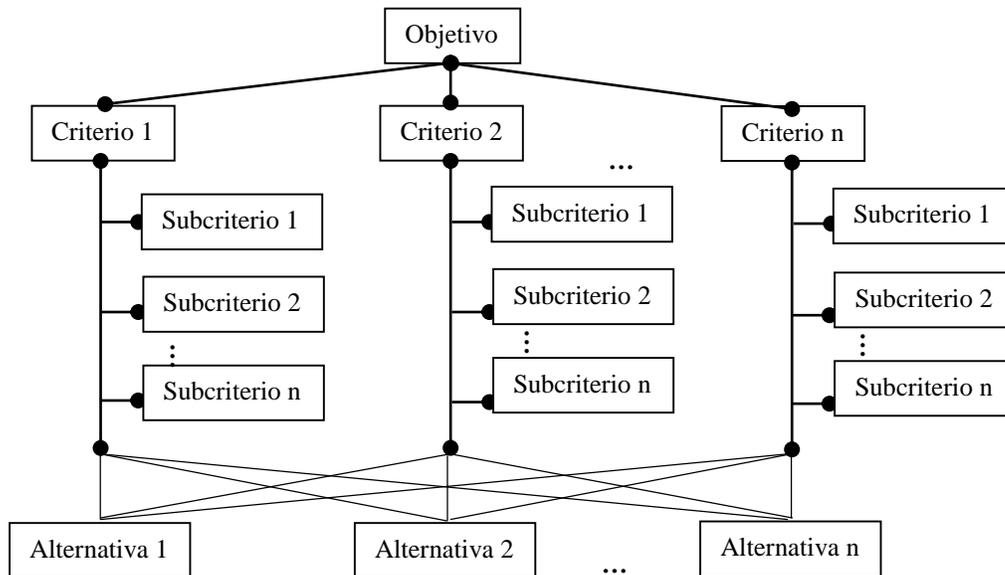


Figura 1. Estructura jerárquica de un problema AHP.

#### 2.2.4 OBJETIVOS, CRITERIOS, ALTERNATIVAS Y ATRIBUTOS

Los objetivos representan la dirección de mejora de los atributos que se consideren. La mejora puede interpretarse en el sentido «más de un atributo mejor» o bien «menos de un atributo mejor». El primer caso corresponde a un proceso de maximización y el segundo a un proceso de minimización (Romero, 1996).

Los criterios de decisión constituyen los puntos de vista o parámetros que se utilizan para manifestar las preferencias del decisor. Este concepto engloba, atributos y objetivos, los cuales se involucran en un problema de toma de decisiones. Los criterios son un paso en el que existen

muchos atolladeros, sin embargo son esenciales en el proceso. Las prioridades de los criterios se determinan en función del objetivo y se representan a continuación.

$$C_j = [C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_n]$$

El concepto de alternativa corresponde al caso particular en el que la unidad decisora se encuentra en una disyuntiva de seleccionar una acción de entre muchas. Las alternativas representan las distintas opciones de actuación disponibles para el tomador de decisiones (Triantaphyllou, 2000). Estas alternativas no pueden funcionar de manera conjunta. Muchos autores suponen implícitamente que las acciones posibles son, por definición, mutuamente excluyentes (Roy, 2005). Las alternativas se representan por el siguiente vector.

$$A_i = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{bmatrix}$$

Atributo se refiere a los valores con los que el centro decisor se enfrenta a un determinado problema decisional. La condición es que un atributo se pueda medir independientemente de los deseos de la unidad decisora, y a su vez sean susceptibles de expresarse como una función de las correspondientes variables de decisión (Romero, 1996).

### **2.2.5 CRITERIO DE OPTIMALIDAD PARETIANA**

Los MCDM aspiran encontrar las soluciones que sean eficientes y factibles en el sentido de Pareto. El concepto de Optimalidad paretiana, juega un papel esencial en los diferentes enfoques

desarrollados en los MCDM, debido a que es una condición necesaria para garantizar la racionalidad de las soluciones obtenidas. El concepto de Optimalidad Paretiana introducido en 1896 por Vilfredo Pareto en su formulación inicial considera que una colectividad se encuentra en un estado óptimo si ninguna persona de esa población puede mejorar su situación sin que empeore la situación de alguna otra persona.

El concepto de optimalidad paretiana dentro del campo multicriterio puede definirse formalmente de la siguiente manera (Mela, et al., 2012), (Romero, 1996). Un conjunto de soluciones es eficiente (o Pareto óptimas) cuando está formado por soluciones factibles (esto es, que cumplen las restricciones), tales que no existe otra solución factible que proporcione una mejora en un atributo sin producir un empeoramiento en al menos otro de los atributos.

### **2.2.6 MÉTODOS DE PONDERACIÓN**

En la toma de decisión multicriterio, es claro que los criterios sean valorados de forma distinta, ya que esto depende de la apreciación que les dé el decisor, sin embargo eso no significa que aquellos que tengan un valor muy pequeño, no sean tomados en cuenta, i.e. todos los criterios, independiente del grado de importancia que tengan, deben ser considerados. Las ponderaciones se representan por el siguiente vector fila.

$$w_j = [w_1 \quad w_2 \quad \cdots \quad w_n]$$

La estimación de las preferencias relativas conlleva una fuerte carga subjetiva lo que hace necesario que para estimar dichos pesos preferenciales se tenga que interaccionar de una u otra

manera con el centro decisor. En seguida se exponen algunos de los procesos de ponderación (Romero, 1996).

Clasificación de criterios por orden de importancia, i.e. si se tienen  $n$  criterios se solicita al centro decisor que asigne el número 1 al criterio que considere más importante, el número 2 al criterio siguiente en importancia hasta asignar el número  $n$  al criterio que considera menos importante. El peso se puede obtener con las siguientes expresiones.

$$W_i = \frac{1/r_j}{\sum_{i=1}^n 1/r_i} \quad (1)$$

$$W_j = \frac{(n - r_j + 1)}{\sum_{i=1}^n (n - r_i + 1)} \quad (2)$$

donde  $r_j$  es el lugar o posición que ocupa el criterio  $j$ -ésimo en la clasificación establecida por el decisor. Al observar las ecuaciones (1) y (2), se puede ver que pesos preferenciales obtenidos es igual a uno, lo cual facilita su aplicación y empleo en lo MCDM. Sin embargo este procedimiento no está exento de dificultades; en caso de existir un elevado número de criterios, la tarea de vuelve muy complicada, por lo que para este tipo de debilidades (Saaty, 1980), creo otra metodología, la cual se expondrá a continuación.

El método de ponderación de Saaty, este método es muy simple, éste método requiere que la unidad decisora compare simultáneamente dos objetivos. Lo cual significa que el decisor tiene que realizar una comparación de valores subjetivos por parejas. La escala numérica propuesta por Saaty, se puede ver en el Cuadro 2. Debido a las características recíprocas que posee este método, se pretende encontrar el valor de pesos que resulte consistente. Es decir, se busca encontrar la solución de la expresión (3). Para resolver ésta ecuación, se calcula la media geométrica de los elementos de cada fila de la matriz de comparación, ecuación (4).

$$\frac{W_i}{W_j} = a_{ij} \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, n, \quad j > i \quad (3)$$

$$\bar{W}_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \sqrt[n]{x_{11} \times x_{12} \times \dots \times x_{1n}} \quad (4)$$

### 2.2.7 MÉTODOS DE NORMALIZACIÓN

Los MCDM exigen la normalización de la información por las siguientes razones, (Romero, 1996). La primera, los elementos o atributos de una matriz poseen diversas unidades, por lo cual la normalización permite uniformizar los criterios. En segundo lugar, los valores alcanzables por los diferentes criterios pueden ser muy diferentes, en tales casos, sin una normalización previa de los criterios puede haber resultados sesgados. Finalmente, es mucho más conveniente realizar una normalización, debido a que si el investigador requiere construir un índice, se le facilitaría esta

tarea, además en caso de contrastar resultados con otros métodos, las unidades de medida serían idóneas y estándares, y no se tendrían desviaciones exuberantes.

Los tres métodos de normalización más usados (Romero, 1996) (Aznar & Guijarro, 2012) son: 1) el primer método por suma es el más utilizado y fácil, el cual consiste en dividir cada entrada de cada columna por la suma de todas las entradas de dicha columna. 2) el segundo, normalización por el mayor elemento, el cual consiste en dividir los valores de cada entrada de la matriz por su máximo valor que hay en dicha columna cuando el criterio es un atributo excelente, o el mínimo cuando se trata de un atributo no deseado, 3) el último método de normalización es por el rango, consiste en dividir los valores que alcanza el criterio por su distancia. Se entiende por distancia a la diferencia entre el máximo valor y el mínimo valor alcanzado por cada criterio.

### **2.2.8 MATRIZ DE EVALUACIÓN**

Al tener los criterios y los pesos asociados, la unidad decisora debe de ser capaz de asignar para cada alternativa y criterio el conjunto de elección, en este caso un valor numérico que tomará el lugar de  $x_{ij}$ , este valor expresa un juicio de la alternativa  $A_i$  con respecto al criterio  $C_j$ . La matriz de evaluación es de tamaño  $(m \times n)$  como se observa en la Cuadro 1. Esta asignación puede ser numérica o lingüística.

Cuadro 1. Matriz de evaluación.

$$w_1 \quad w_2 \quad \cdots \quad w_n$$



los elementos de las matrices vector fila total C y el vector de prioridades B, el resultado es una matriz D, que al sumar y promediar sus elementos se obtiene  $\sum_{i=1}^n d_i$ .

### **2.2.10 MEJORAR LA CONSISTENCIA DE UNA MATRIZ**

Existe el caso en que las matrices no sean consistentes por diferentes razones, ese problema se puede mejorar mediante dos formas:

La primera, es siguiente el método de (Saaty, 1980), que consiste en clasificar las actividades mediante un orden simple, basado en las ponderaciones obtenidas con la matriz planteada, y desarrollar, teniendo en cuenta el conocimiento de la categorización previa, una segunda matriz de comparación por pares. En general la consistencia debe de mejorar.

La segunda es mediante la aplicación de la programación por metas ponderadas, en el cual se exige a cada valor de la variable que cumpla las restricciones de semejanza, reciprocidad y consistencia.

## **2.3 ANTECEDENTES DE LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO**

La gran expansión que han tenido los métodos de decisión multicriterio desde los años 60 (Roy, 2005), hace que ésta disciplina haya y siga engendrando un gran número de artículos y libros teóricos y aplicados. En los últimos años estos métodos se han ido perfeccionando debido a la gran importancia y numerosas aplicaciones de MCDM en economía. Ésta es una de las técnicas más importantes, que ofrece la literatura para el análisis de la toma de decisiones cuando se trata de objetivos múltiples en virtud de presencia de una serie de criterios de decisión en conflicto.

Con los años, muchos enfoques de MCDM se han ido desarrollado, como (Analytical Hierarchy Process, AHP), (Multiattribute Utility Theory MAUT), (ELimination Et Choix Traduisant la REalité, ELECTRE), (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations, PROMETHEE), (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) y (Weighted Sum Method, WSM), centrándose en temas de análisis y evaluación de criterios incompatibles y alternativas; preferencias de los tomadores de decisiones; desarrollo de sistemas de apoyo de decisiones basadas en MCDM; identificación de soluciones comprometidas para la toma de decisiones y problemas de evaluación de desempeño.

Debido a los pasos colosales en el campo de MCDM, muchos autores vieron necesidad de clasificar estos métodos, de tal forma que permitiera apreciar las características más destacadas de los mismos y sus diversas aplicaciones en la toma de decisiones, por lo que diferentes enfoques y aproximaciones pueden verse en: (Saaty, 1980), (Zopounidis & Pardalos, 2010), (Figueira, et al., 2005), (Bao, et al., 2012), y (Triantaphyllou, 2000).

### **2.3.1 METODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO COMPENSATORIOS**

Los métodos compensatorios permiten compensaciones entre atributos. Un ligero descenso en uno atributo es aceptable si se compensa por algunas mejoras en uno o más otra atributos. Los métodos compensatorios se pueden clasificar en los siguientes cuatro subgrupos (Xu & Yang, 2001).

**Método de puntaje:** El método de puntuación selecciona o evalúa una alternativa de acuerdo con su puntuación. Este método transforma los valores de los atributos en una escala de preferencias

comunes, ejemplo entre  $[0,1]$  por lo que las comparaciones entre los diferentes atributos se hacen posibles. Dentro de éste método se encuentra el AHP.

**Método por compromisos:** El método por compromisos selecciona una alternativa la cual es la más cercana a la solución ideal. Técnica para el Orden de Preferencias por Similitud a la Solución Ideal (TOPSIS) pertenece a esta categoría.

**Métodos de concordancia:** El método de concordancia genera un ranking de preferencias que satisface una medida de concordancia determinada.

**Enfoque de razonamiento probatorio:** este método es diferente a los tres métodos convencionales anteriores. En lugar de describir un MCDM con una matriz de decisión, el enfoque de este método utiliza una matriz de decisión extendida, en la que cada atributo de una alternativa se describe mediante una evaluación distribuida utilizando una estructura de afirmaciones.

### **2.3.2 METODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO NO COMPENSATORIOS**

Los métodos no compensatorios no permiten compensaciones entre atributos. Un valor desfavorable en un atributo no puede ser compensado por un valor favorable en otro atributo. Cada atributo debe sostenerse por sí mismo. De ahí que las comparaciones se realizan sobre un atributo por atributo base. (Xu & Yang, 2001), describen los métodos no compensatorios que fueron clasificados por Hwang and Yoon en 1981.

**Método dominante:** Este método elimina todas las alternativas dominadas. Por lo que puede haber más de una solución en éste.

**Método del MinMax:** Encuentra el valor del atributo más débil (Min) de cada alternativa y luego elegir la alternativa con el valor más alto (Max) del atributo más débil.

**Método del MaxMax:** En contraste con el método MinMax, el método MaxMax selecciona la alternativa por el valor mayor del atributo.

**Método de restricción conjuntivo:** La creación de una norma mínima para cada atributo, el proceso de selección o evaluación alternativa se simplifica para comparar cada atributo frente a su norma mínima.

### **2.3.3 APLICACIÓN DE LOS METODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO**

La búsqueda de la eficiencia en la maximización de beneficios y disminución de costos en los procesos productivos, han contribuido en la búsqueda de diversas metodologías de apoyo para la toma de decisiones en escenarios donde interceden múltiples criterios y subcriterios de selección. En esta investigación dado que se requiere maximizar un presupuesto con características de ingreso limitado, se buscan las áreas de investigación más rentables, con el objeto de incentivar dichas áreas. Los métodos de decisión multicriterio es un campo que ha ido creciendo rápidamente en las dos últimas décadas. En este trabajo se hará referencia a tres métodos, 1) AHP, 2) TOPSIS y 3) WSM.

El método de AHP se sustenta en la construcción de un modelo jerárquico, el cual busca descomponer una situación compleja, valorando la importancia de los criterios con base en decisiones, permitiendo una evaluación de las alternativas de acuerdo con sus criterios. En la literatura se pueden encontrar diversos estudios de MCDM aplicados a la evaluación de la educación (Joo & Alvarado, 2013), en competitividad y eficiencia de sectores industriales y empresas (Berumen & Llamazares, 2007), se han elaborado manuales metodológicos para programas y proyectos políticos-sociales (Pacheco & Contreras, 2008), manejo y toma de decisiones de recursos naturales (Mendoza & Martins, 2006), en el procedimiento de determinación del presupuesto basada en simulación de proyectos de construcción de edificios públicos (Yu, et al., 2008), así como también en la evaluación de riesgos de seguridad utilizando el proceso analítico jerárquico (AHP) durante la planificación presupuestaria de proyectos de construcción (Aminbakhsh, et al., 2013).

El método TOPSIS forma parte de metodologías relativamente recientes, este método se basa en que la mejor alternativa es aquella que tiene la menor distancia euclidiana, conocida como solución ideal positiva, sus aplicaciones principales son en áreas que buscan maximizar la eficiencia en servicios públicos (Ercole, et al., 2007), logística y programación de compra de varios productos con múltiples proveedores (Jolai, et al., 2011), en la selección fresadoras industriales (Real & Maldonado, 2011), evaluación comparativa de rendimientos de organizaciones (Bai, et al., 2014), TOPSIS ha demostrado ser un método muy poderoso en sistemas de inteligencia computacional en ingeniería industrial, (Kahraman, 2012).

El método de suma ponderada WSM es uno de los métodos más utilizados y sencillos dentro de los MCDM. Este método se basa en la ponderación de alternativas como resultado de la suma del producto del peso de cada variable. Existen investigaciones importantes donde se ha empleado este método, especialmente en propuestas y evaluación de programas medioambientales (Morillas, et al., 1997), en valoración agraria, (Aznar & Guijarro, 2012), este método puede generar soluciones Pareto óptimas (Mela, et al., 2012), en la toma de decisiones de cualquier campo de estudio, (Triantaphyllou, 2000) y en muchas más aplicaciones.

## **2.4 MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO**

### **2.4.1 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)**

#### **2.4.1.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)**

El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) «siglas en inglés», fue propuesto por el profesor Thomas L. Saaty en los años 70 (Saaty, 1980). Este método se basa en la idea de que la complejidad inherente a un problema de toma de decisión con múltiples criterios, se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados. Lo que significa que este método de toma de decisiones multicriterio se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica.

El AHP es una técnica de medición de comparaciones que se realiza mediante valoraciones, basada en escalas de razón de juicios de expertos. Estas escalas miden lo intangible en términos relativos, estas se hicieron mediante el principio de como un elemento domina a otro en un determinado atributo. AHP permite concertar lo científico y racional con lo intangible para

ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturadas a través de la ciencia (Saaty, 1980).

El AHP involucra un cúmulo de criterios de evaluación, así como un abanico de alternativas entre las que la mejor decisión se puede anidar. Es importante considerar que, a veces la mejor decisión puede no optimizar el criterio individual. Es por ello que se debe ser muy cuidadoso si se requiere un equilibrio adecuado en los diferentes criterios que se analizan.

El AHP genera una ponderación para cada criterio de evaluación de acuerdo a las comparaciones por pares del decisor de los criterios. Cuanto mayor sea la ponderación mejor es el rendimiento de la opción con respecto al criterio considerado. Por último, el AHP combina los criterios de las ponderaciones y las puntuaciones de las elecciones, decretando así una puntuación global para cada opción. La calificación global de una determinada opción es una suma ponderada de puntuaciones por cada criterio.

#### 2.4.1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La preferencia de los elementos, se determina basándonos en juicios de grado de importancia que tiene un elemento sobre otro. Para realizar las comparaciones, se necesita una escala de números que indique cuantas veces domina o es más importante un elemento sobre otro, con respecto al criterio que se está calificando (Zopounidis & Pardalos, 2010).

Cuadro 2. Escala fundamental de los números absolutos de Saaty.

GRADO DE IMPORTANCIA	ESCALA	DEFINICIÓN
1	Igual importancia	Las dos actividades contribuyen de la misma manera al objetivo
3	Importancia moderada	Experiencia y juicio ligeramente a favor de una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	Experiencia y juicio favorece fuertemente una actividad sobre la otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es favorecida fuertemente sobre otra; elemento muy dominante que lo demuestra en la práctica
9	Extremadamente importante	La evidencia es en favor de una actividad sobre otra, es de considerable mayor magnitud posible
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios	Se emplean para expresar preferencias que se encuentren entre los valores de la escala anterior
Valores recíprocos	Si la actividad $i$ tiene alguno de los números anteriores, al comparar $i$ con $j$ , se obtendrá el inverso de $i$ con respecto de $j$ . Una de las condiciones que se tiene, es que los valores sean diferentes de cero	

#### 2.4.1.3 AXIOMAS DE AHP

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), está fundamentado en cuatro axiomas, los cuales son (Moreno, 2002), (Papadopoulos, 2011).

**Comparación recíproca:** el decisor debe ser capaz de realizar comparaciones y establecer el ímpetu de sus preferencias. La intensidad de estas preferencias debe satisfacer la condición recíproca: Teniendo en cuenta la matriz de evaluación, Cuadro 1. “Si  $x_{21}$  es  $x$  veces preferido que  $x_{12}$ , entonces  $x_{12}$  es  $1/x$  veces preferido que  $x_{21}$ ”.

**Homogeneidad:** las preferencias se representan por medio de una escala limitada. Los elementos que se comparan son del mismo orden, magnitud o nivel jerárquico.

**Independencia:** Cuando se expresan preferencias, se asume que los criterios son independientes de las propiedades de las alternativas.

**Expectativas:** Este axioma dice que cuando se toma una decisión, siempre se supone que la estructura jerárquica está completa. Esto es, que todas las alternativas y los criterios considerados relevantes para la resolución del problema están representadas en la jerarquía.

#### 2.4.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE AHP

La principal ventaja del AHP es su aplicabilidad en la ponderación de los criterios difusos, a través de escalas de juicios de razón. La descomposición de un problema en sus elementos y combinarlos de forma racional, que desciende en etapas. Otra de las ventajas de AHP radica en su capacidad para manejar tanto los juicios cuantitativos y cualitativos. Asimismo, AHP emplea una prueba de consistencia que puede detectar juicios inconsistentes, lo que hace que los resultados sean fiables (Papadopoulos, 2011).

Sin embargo, una desventaja importante de este método es que el número de comparaciones de pares para ser realizados puede llegar a ser muy grande aumentando significativamente la incertidumbre del proceso (Macharis, et al., 2004). Además, AHP ha sido criticado por su confabulación basada en las creencias y preferencias de los tomadores de decisiones.

#### **2.4.2 TÉCNICA PARA EL ORDEN DE PREFERENCIAS POR SIMILITUD A LA SOLUCIÓN IDEAL (TOPSIS)**

La Técnica de ordenación de Preferencias por Similitud a una Solución Ideal, mejor conocida como TOPSIS es uno de los clásicos métodos para la toma de decisiones multicriterio que fue desarrollado por Hwang y Yoon en 1981 (Bao, et al., 2012). TOPSIS se basa en el concepto de que la mejor alternativa elegida debe tener la distancia más corta a la solución ideal positiva (SIP) y la distancia más alejada de la solución ideal negativa (SIN) o anti-ideal, en la que SIP forma una combinación de los “mejores” valores de rendimiento exhibidos en la matriz de decisión por cualquier alternativa para cada criterio, y SIN es la combinación de los “peores” valores de rendimiento.

TOPSIS es un método de agregación compensatorio que compara un conjunto de alternativas, identificando pesos y normalizando puntuaciones para cada criterio, así como también compara la distancia geométrica entre cada alternativa y la alternativa ideal. El orden de preferencia de las alternativas puede ser determinado mediante una serie de contrastación de distancias. SIP es una solución para la cual todos los valores de los atributos corresponden a los valores óptimos de cada atributo contenido en las alternativas; SIN es la solución menos deseadas de cada atributo contenida en las alternativas. De esta forma TOPSIS provee dos soluciones, la primera que es la solución más cercana y teóricamente mejor, y la segunda la más alejada o también teóricamente peor.

### 2.4.2.1 ESTRUCTURA DEL MÉTODO TOPSIS

El procedimiento principal del método TOPSIS clásico se puede describir en los siguientes siete pasos.

#### 2.4.2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN

Suponga una matriz (7) de tamaño  $m \times n$  con alternativas  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), criterios  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), sea  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ ) el valor de una alternativa y un criterio.

Dada la información de la matriz de decisión y el método de toma de decisiones, la tarea de la unidad decisora es encontrar la mejor alternativa para clasificar todo el conjunto de alternativas.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \vdots & \begin{bmatrix} \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

#### 2.4.2.1.2 NORMALIZACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN

Todos los elementos de la matriz deben de ser normalizados. Este paso transforma diversas dimensiones de atributo en los atributos no-dimensional, lo que permite hacer comparaciones entre los criterios. La normalización se calcula con (8)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

#### 2.4.2.1.3 CÁLCULO DE LOS PESOS DE LA MATRIZ DE DECISIÓN PONDERADA

Se determinan los pesos, denotados por  $w_j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) los cuales multiplicarán a cada columna de la matriz ponderada por su peso asociado, dando lugar a una nueva matriz  $V$  de la siguiente manera:

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

#### 2.4.2.1.4 IDENTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL POSITIVA (SIP) Y NEGATIVA (SIN)

Dichas soluciones tienen la forma  $A^* = [v_1^*, \dots, v_n^*]$  para SIP y  $A^- = [v_1^-, \dots, v_n^-]$  NIP respectivamente.

Donde  $v_j^* = \max_i v_{ij}$  y  $v_j^- = \min_i v_{ij}$

Las dos previas alternativas son ficticias. Sin embargo es razonable asumir que en los criterios de beneficios, el tomador de decisiones desea tener el máximo valor de todas las alternativas. En el caso de costos, la unidad decisora necesitará la alternativa con el mínimo valor.

#### 2.4.2.1.5 CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS QUE SEPARAN A SIP Y SIN

La distancia de la SIP y negativa se estiman con las expresiones (9) y (10):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n D_{ij}^*}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n D_{ij}^-}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Donde la diferencia de la distancia euclidiana está dada por (11):

$$D_{ij}^* = (v_{ij} - v_j^*)^2 \text{ y } D_{ij}^- = (v_{ij} - v_j^-)^2 \quad (11)$$

#### 2.4.2.1.6 ESTIMACIÓN DE LA DISTANCIA MÁS CERCANA A LA SOLUCIÓN IDEAL

Se calcula la distancia más cercana entre las alternativas denominado el índice de proximidad, para esto se utilizan los resultados del paso anterior y se obtiene (12).

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-) \quad (12)$$

#### 2.4.2.1.7 PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo con el índice de proximidad  $C_i^*$  el conjunto de alternativas puede ser clasificado del más preferido para las soluciones factibles al menos preferido. Por tanto, la mejor alternativa es la que tiene la menor distancia a la solución ideal positiva.

#### 2.4.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TOPSIS

La principal ventaja es que este método se ha caracterizado por tener un proceso sencillo, fácil de usar y programar. El número de pasos sigue siendo el mismo, independientemente del número de atributos.

Una de las desventajas por las cuales ha sido ampliamente criticado, es principalmente porque en el cálculo de la distancia euclidiana no considera la correlación de atributos; además de que es difícil asignar una ponderación general para mantener la consistencia y coherencia de los juicios (Velasquez & Hester, 2013).

#### 2.4.3 MÉTODO DE SUMA PONDERADA (WSM, por sus siglas en inglés)

El método de suma ponderada (WSM), es uno de los métodos más simples y aplicados en la literatura (Triantaphyllou, 2000), además de que es el más usado en problemas de dimensión simple. Si existen ( $m$ ) alternativas y ( $n$ ) criterios, se dice que la mejor alternativa es la que satisface (en el caso de la maximización) la siguiente expresión.

$$A_{WSM-score}^* = \max_i \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot w_j, \quad for \quad i = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (13)$$

Donde  $A_{WSM-score}^*$  corresponde al puntaje de la mejor alternativa del WSM;  $n$  es el número de criterios de decisión;  $x_{ij}$  es el valor actual de la  $i$ -ésima alternativa, en términos del  $j$ -ésimo criterio; y  $w_j$ , es el valor de ponderación o grado de importancia del  $j$ -ésimo criterio.

El principal supuesto que gobierna este método es el de la utilidad aditiva. El valor total de cada alternativa es igual a la suma de los productos dados. En casos dimensionales simples todas las unidades son las mismas, (por ejemplo pesos mexicanos, metros o segundos), es por ello que el WSM puede ser utilizado sin complicaciones.

#### 2.4.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE WSM

La principal ventaja de WSM es que es muy fácil de utilizar, además de que en casos de tener problemas que sean convexos, este método garantiza una solución Pareto óptima (Triantaphyllou, 2000). Este método es muy amigable, ya que no se requiere de algún software complejo, y es fácil de calcular compensaciones entre los mismos criterios (Velasquez & Hester, 2013).

La desventaja de WSM emerge cuando es aplicado multi-dimensionalmente a problemas de diversas unidades, ya que los supuestos se violan y los resultados no son correctos. Es por ello que este método no es adecuado en aquellos problemas donde se emplean diferentes tipos de criterios y variables (Caterino, et al., 2009), además de que las estimaciones realizadas no siempre reflejan las situaciones reales, por tanto los resultados no son lógicos (Velasquez & Hester, 2013).

### 3 ESTUDIO DE CASO

#### 3.1 APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS MULTICRITERIO EN LA ASIGNACIÓN DEL PRESUPUESTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO UACH

##### 3.1.1 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN LA UACH

La Universidad Autónoma Chapingo está organizada en 20 centros los cuales están constituidos por grupos interdisciplinarios de investigadores de diferentes instancias de la UACH o instituciones afines a ella, que planean, ejecutan, evalúan y difunden, los diferentes proyectos con contenidos, objetivos y metas comunes. El objetivo de estos es realizar en sus respectivos campos, proyectos de investigación necesarios versados a la problemática de la agrícola, efectuándolos con eficiencia y calidad, así como de difundir la investigación que se realiza en la institución.

Cuadro 3. Centros o institutos de investigación.

No.	CENTRO O INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
50	Instituto de Horticultura (IH)
51	Instituto de Innovación en Biosistemas y Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas (IIBIODEZA)
52	Instituto de Ingeniería Agrícola y uso Integral del Agua (IIAUIA)
53	Instituto de Desarrollo Rural y Sustentabilidad (IDERS)
54	Instituto de Alimentos (IDEA)
55	Instituto de Investigación y Posgrado en Ciencia Animal (IIPCA)
56	Instituto de Investigaciones para la Agricultura Regional y el Desarrollo Rural (IARDER)
57	Instituto de Investigación y Posgrado en Protección Fitosanitaria (IIPPF)
58	Instituto de Investigación y Posgrado de la División de Ciencias Económico Administrativas (IIPDICEA)
59	Instituto de Investigaciones Socioambientales, Educativas y Humanísticas para el Medio Rural (IISEHMER)
70	Centro de Investigación en Etnobiología y Biodiversidad (CIETBIO)
71	Centro de Investigación en Bioenergéticos para el Desarrollo Rural Sustentable (CIBED)

72	Centro de Investigación en Cultivos Básicos (CICUBA)
73	Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRENAM)
74	Centro de Investigación en Agroecología y Agricultura Orgánica (CIAAO)
77	Centro de Investigación en Economía y Matemáticas Aplicadas (CIEMA)
78	Centro de Investigación y Servicio en Economía y Comercio Agropecuario (CISECA)
79	Centro de Investigación Sustentabilidad de Ecosistemas Forestales (CISEF)
80	Centro de Investigaciones para el Desarrollo de las Regiones Cafetaleras (CENIDERCAFE)
81	Centro de Investigación, Desarrollo y Educación en Agricultura Multifuncional (CIDEAMS)

---

## **4 METODOLOGÍA**

### **4.1 Elaboración del instrumento**

La información para la elaboración del instrumento se obtuvo de las Normas para la evaluación de la productividad y asignación de presupuesto de los centros e institutos de investigación que expide la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP), la clasificación del instrumento se dividió en tres criterios los cuales son: Evaluación Institucional, Evaluación de Investigadores y Productividad del Centro o Instituto, así mismo estas categorías se subdividieron en cuatro, dos y cinco subcriterios respectivamente, este esquema se puede visualizar en Figura 2.

El instrumento que se utilizó para la recopilación de la información se puede encontrar con mayor detalle en el ANEXO 1: INSTRUMENTO DE PONDERACIÓN. El procedimiento utilizado en esta investigación consistió en cuatro etapas, 1) Entrevista con expertos decisores, 2) Inconsistencia de datos, 3) Estimación de las ponderaciones mediante AHP, y 4) El último paso fue la agregación con el método TOPSIS y WSM, a continuación se describirá la secuencia realizada.

### **4.2 Entrevista con expertos decisores**

Para la colección de la información se procedió a consultar a un grupo de expertos que reúne las siguientes características: 1) han sido o son miembros de los centros e institutos de investigación; 2) amplio conocimiento en la investigación; 3) cuentan un alto grado académico; 4) tienen un historial con mucha experiencia en la universidad, entre muchas otras cualidades.

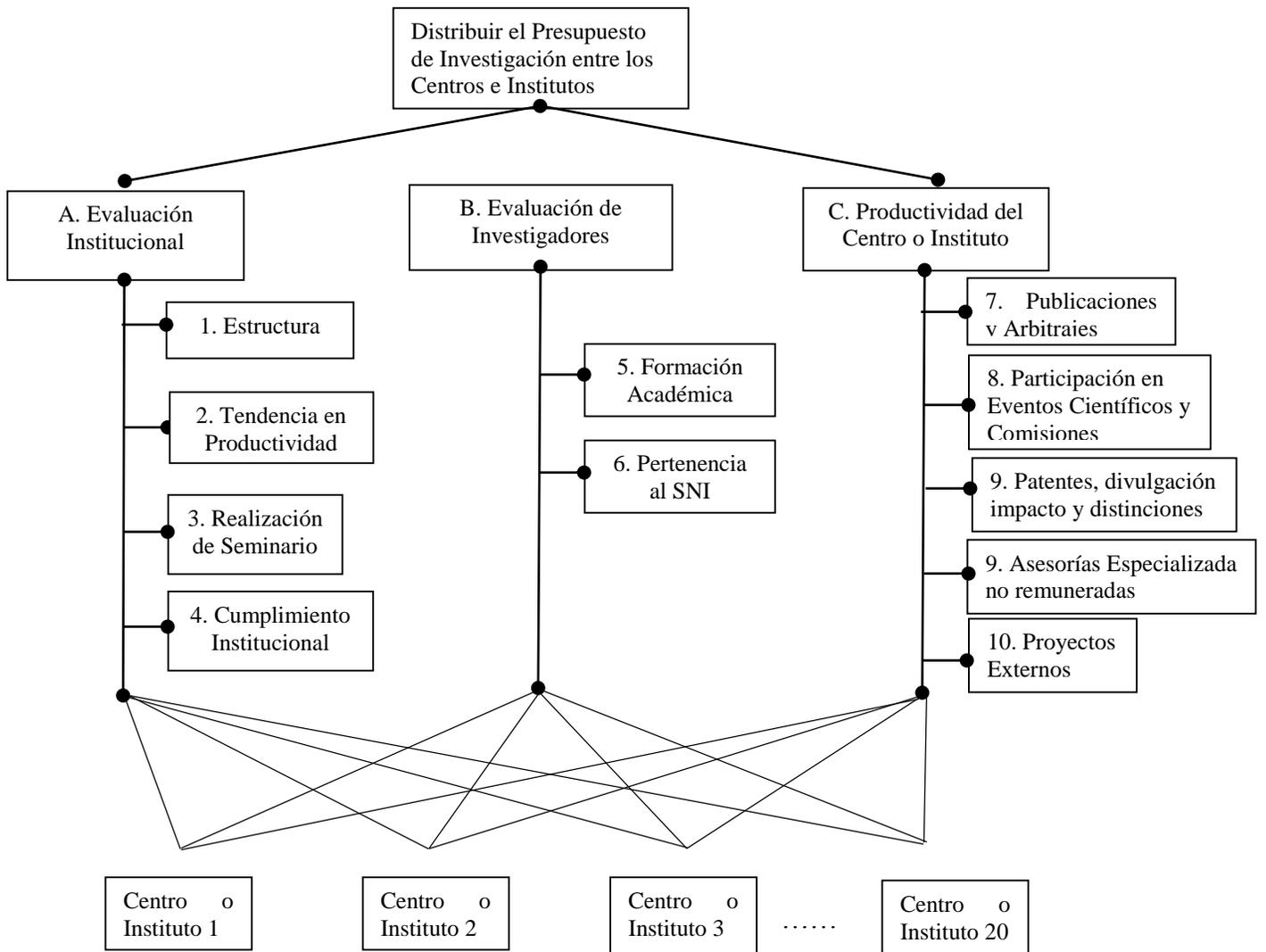


Figura 2. Estructura jerárquica de la distribución presupuestal y sus respectivos criterios y subcriterios.

### **4.3 Inconsistencia de datos**

Una vez obtenida la información se procedió a verificar que no hubiese inconsistencias, para revisar la inconsistencia se utilizaron dos métodos, el primero fue el método de ordenación simple. Este método consistió en que la unidad decisora (autoridad en turno de la UACH) ordenó los criterios por grado de importancia, el número uno significó el criterio más importante y el tercero fue el de menor importancia, en el caso de los subcriterios se procedió de la misma manera.

El segundo fue el de distribución de puntos, este método supuso un caso hipotético de que los decisores contaban con una cantidad de 100 puntos, los cuales fueron distribuidos en los criterios, siendo el de mayor puntaje el más importante. Para cada subcriterios se hizo de la misma manera en distribución de puntos. Con estos dos métodos se garantizó que al aplicar el método de AHP, la información fuera consistente y así se pudieran obtener los vectores propios agregados normalizados, que finalmente eran las ponderaciones por cada criterio y subcriterio.

Los métodos de ordenación simple y distribución de puntos sirvieron para confirmar que no hubiera contradicciones en la comparación pareada en la información que los expertos expresaron en los criterios y subcriterios, i.e., si en el método AHP la unidad decisora evaluó como sustancial al criterio C con relación al A y al B, se debería respetar el orden de transitividad, de la misma forma con el método de distribución de puntos.

#### **4.4 Estimación de las ponderaciones con el método de AHP**

El método de AHP, el cual hace frente a los criterios cuantificables y/o intangibles, mediante la jerarquización de problemas, ofrece soluciones a problemas donde se requiera tomar decisiones (Papadopoulos, 2011), la representación teórica de este método se describe en el apartado 2.4.1. En este método se utilizó el software Expert Choice versión 11.5.1860 Copyright © 1982-2014 Expert Choice, Inc. All rights reserved. En el cual se obtuvieron las ponderaciones de los criterios y subcriterios por cada unidad decisora. Para estimar las ponderaciones de los criterios y subcriterios de forma general se utilizó una hoja de cálculo Excel, se procedió a calcular la media geométrica, el resultado fue el vector propio agregado normalizado. La normalización se hizo con el método de suma, el cual fue descrito en el apartado 2.2.7.

Al tener el vector propio de los criterios y subcriterios, se calculó la ponderación final, la cual consistió en multiplicar el vector propio agregados normalizados de los criterios por cada uno de los subcriterios en los que fueron desglosados. La ponderación final fue la que se utilizó en el método TOPSIS y WSM.

#### **4.5 Agregación con los métodos TOPSIS y WSM**

Una vez obtenidos las ponderaciones finales por el método de AHP se procedió a la agregación con dos métodos, TOPSIS y el método de suma ponderada (WSM). TOPSIS determinó la mejor alternativa mediante el cálculo de distancias geométricas, se ordenó y comparó de acuerdo a sus Soluciones Ideales Positivas (SIP) y Negativas (SIN), (Kaya & Kahraman, 2011), este método se puede ver en sección 2.4.2. En éste método no se utilizó la normalización simple descrita en el

punto 2.2.7, ya que este método emplea otro procedimiento, el cual está detallado en el apartado 2.4.2.1.2. En materia de WSM se hizo la suma ponderada para en la cual se obtuvo la mejor alternativa, y esta alternativa correspondió al valor que maximizó, en sección 2.4.3 se puede encontrar este método con una mayor explicación.

## **5 RESULTADOS**

En el proceso de ponderación de los criterios y subcriterios, se verificó en cada encuesta aplicada que la información no fuera inconsistente, para lo cual se utilizaron los métodos de ordenación simple y el de distribución de puntos. Sin embargo el paso decisivo que determinó el grado de inconsistencia fue realizado en la aplicación del método de Análisis Jerárquico (AHP, por sus siglas en Inglés), estimado con el programa Expert Choice, versión 11.5.1860. De acuerdo a los resultados de inconsistencia estimados por el software, se observó que esta oscilaba entre 5 y 7 %. La literatura recomienda un valor de inconsistencia menor a 10%, la cual está considerada como tolerable. Si es superior a 10%, pero menor a 20% se considera como un problema importante, sin embargo se puede mejorar como se indica en la sección 2.2.10. Si exigimos coherencia perfecta nos resultaría difícil obtenerla en la realidad. Mientras haya suficiente consistencia para mantener la coherencia entre las decisiones tomadas, la consistencia no necesita ser perfecta (Ishizaka & Labib, 2009) (Álvarez, et al., 2010). Los métodos de ordenación simple y distribución de puntos sirvieron para verificar que no hubiera contradicciones en la comparación pareada de los criterios y subcriterios, es decir, si en el método AHP el experto calificó como importante el criterio C con respecto al A y al B, debiera observarse que en el método de ordenación simple, C ocuparía el número 1 con respecto a A y B. Del mismo modo,

en el método de distribución de puntos, el criterio C debiera obtener mayor puntuación que cada uno de los criterios A y B.

## 5.1 Vectores propios

Los resultados de los pesos por cada unidad decisora, en cada criterio y subcriterio, fueron computados con el software Expert Choice. La estimación de la media geométrica y el vector propio se observan en Cuadro 4.

Cuadro 4. Pesos de cada criterio obtenidos con Expert Choice.

CRITERIOS	U.D. 1	U.D. 2	U.D. 3	U.D. 4	U.D. 5	MEDIA GEOMÉTRICA	VECTOR PROPIO AGREGADO NORMALIZADO
Productividad del Centro o Instituto	0.79	0.24	0.78	0.80	0.74	0.62	0.70
Evaluación de Investigadores	0.13	0.67	0.11	0.10	0.09	0.16	0.18
Evaluación Institucional	0.08	0.09	0.11	0.10	0.17	0.10	0.12
					<b>Suma</b>	0.88	1.00

U.D. Unidad decisora

Las ponderaciones de cada unidad decisora en los subcriterios del criterio “Evaluación Institucional” se presenta en el Cuadro 5, así como los resultados de cálculo de la media geométrica y el vector propio.

Cuadro 5. Pesos de cada subcriterio "Evaluación Institucional" obtenidos con Expert Choice.

SUBCRITERIOS	U.D. 1	U.D. 2	U.D. 3	U.D. 4	U.D. 5	MEDIA GEOMÉTRICA	VECTOR PROPIO AGREGADO NORMALIZADO
Tendencia en productividad	0.72	0.08	0.70	0.25	0.20	0.29	0.39
Cumplimiento Institucional	0.12	0.52	0.07	0.11	0.62	0.20	0.26
Realización de Seminario	0.11	0.26	0.07	0.52	0.14	0.17	0.23
Estructura	0.05	0.14		0.11	0.05	0.09	0.12
					<b>Suma</b>	0.75	1.00

U.D. Unidad decisora

Del mismo modo, las ponderaciones de cada unidad decisora en los subcriterios correspondientes al criterio “Evaluación de Investigadores” se muestran en Cuadro 6, así como los resultados de cálculo de la media geométrica y el vector propio agregado.

Cuadro 6. Pesos de cada subcriterio "Evaluación de Investigadores" obtenidos con Expert Choice.

SUBCRITERIOS	U.D. 1	U.D. 2	U.D. 3	U.D. 4	U.D. 5	MEDIA GEOMÉTRICA	VECTOR PROPIO AGREGADO NORMALIZADO
Pertenencia al SNI	0.90	0.88	0.89	0.89	0.50	0.79	0.84
Formación académica	0.10	0.13	0.11	0.11	0.50	0.15	0.16
					<b>Suma</b>	0.94	1.00

U.D. Unidad decisora

## 5.2 Ponderaciones finales

Las ponderaciones finales se computaron al multiplicar los pesos del vector propio de los criterios por el vector propio de los subcriterios como se muestra en la Cuadro 7. En el caso de los cinco subcriterios de la Productividad de Centro o Instituto se consideró la ponderación global del criterio debido a que no se encontraron los datos de manera desagregada, i.e. en los Centros o Institutos de investigación no se maneja un desglose de este rubro.

Cuadro 7. Ponderación final de criterios y subcriterios

CRITERIOS	SUBCRITERIOS	VECTOR PROPIO CRITERIOS	VECTOR PROPIO SUBCRITERIOS	PONDERACIÓN FINAL
Evaluación Institucional	Tendencia en productividad		0.39	0.0468
	Cumplimiento Institucional	0.12	0.26	0.0312
	Realización de Seminario		0.23	0.0276
	Estructura		0.12	0.0144
Evaluación Investigadores	Pertenencia al SNI	0.18	0.84	0.1512
	Formación académica		0.16	0.0288
Productividad de Centro o Instituto		0.70	-	0.70
			<b>Suma</b>	<b>1</b>

### 5.3 Resultados del método TOPSIS

La matriz de decisión Cuadro 8, fue proporcionada por la DGIP, dicha información corresponde al año 2013. Las calificaciones o puntajes que se asignaron de acuerdo a los productos de cada Centro o Instituto conforme a la normatividad que dicta la misma dirección en el “Reglamento de Evaluación Institucional, Evaluación Investigadores y Productividad del Centro o Instituto”.

Cuadro 8. Matriz de decisión método TOPSIS.

MATRIZ DE DECISIÓN (xij)							
Centro o Instituto	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.
	Estructura	Tendencia en Productividad	Realización de Seminario	Cumplimiento Institucional	Formación Académica	SNI	Agregación de Subcriterios
IH	1.2	1.2	1.3	93.3	137.0	55.0	8306.5
IIBIODEZA	1.2	1.3	1.3	93.3	58.0	10.0	2289.3
IIAUIA	1.2	1.0	1.2	85.0	50.0	5.0	2146.5
IDERS	1.2	1.3	1.3	72.5	59.0	8.0	2327.8
IDEA	1.2	1.3	1.3	94.2	42.0	14.0	1708.8
IIPCA	1.2	1.0	1.0	73.3	74.0	10.0	2636.0
IIARDER	1.2	1.0	1.0	82.5	73.0	14.0	1323.0
IIPPF	1.2	1.0	1.0	83.3	37.0	9.0	1062.3
IIPDICEA	1.2	0.9	1.0	63.3	18.0	2.0	709.7
IIEHMER	1.2	1.0	1.2	87.5	223.0	23.0	5310.5
CIETBIO	1.1	1.0	1.2	93.3	78.0	6.0	1498.0
CIBED	1.1	1.0	1.0	84.2	11.0	2.0	164.0
CICUBA	1.1	1.1	1.3	100.0	47.0	4.0	1860.3
CIRENAM	1.1	1.1	1.3	88.3	65.0	17.0	2641.8
CIAAO	1.1	1.2	1.3	92.5	45.0	2.0	1651.8
CIEMA	1.1	1.1	1.3	80.0	50.0	7.0	1940.7
CISECA	1.1	1.0	1.3	92.5	58.0	6.0	2135.8
CISEF	1.1	1.0	1.0	70.8	28.0	9.0	724.3
CENIDERCAFE	1.1	1.2	1.2	91.7	37.0	6.0	1301.3
CIDEAMS	1.1	1.0	1.3	90.0	41.0	7.0	882.0

A partir de esta matriz, se procedió a la etapa de construcción de la matriz normalizada, la cual se hace dos pasos, el resultado del primer paso se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Matriz de decisión elevada al cuadrado  $(x_{ij})^2$  TOPSIS.

<b>MATRIZ DE DECISIÓN ELEVADA AL CUADRADO <math>(x_{ij})^2</math></b>							
<b>Centro o Instituto</b>	<b>Evaluación Institucional</b>				<b>Evaluación Investigadores</b>		<b>Productividad Centros o Inst.</b>
	<b>(Est)<sup>2</sup></b>	<b>(T. Prod)<sup>2</sup></b>	<b>(Sem)<sup>2</sup></b>	<b>(C. Inst)<sup>2</sup></b>	<b>(F. Acad)<sup>2</sup></b>	<b>(SNI)<sup>2</sup></b>	<b>(Prod. Agr)<sup>2</sup></b>
IH	1.44	1.39	1.69	8711.11	18769.00	3025.00	68997942.25
IIBIODEZA	1.44	1.66	1.69	8711.11	3364.00	100.00	5241047.11
IIAUIA	1.44	1.09	1.44	7225.00	2500.00	25.00	4607462.25
IDERS	1.44	1.71	1.69	5256.25	3481.00	64.00	5418808.03
IDEA	1.44	1.61	1.69	8867.36	1764.00	196.00	2920111.36
IIPCA	1.44	1.05	1.00	5377.78	5476.00	100.00	6948496.00
IIARDER	1.44	1.00	1.00	6806.25	5329.00	196.00	1750329.00
IIPPF	1.44	1.00	1.00	6944.44	1369.00	81.00	1128552.11
IIPDICEA	1.44	0.75	1.00	4011.11	324.00	4.00	503626.78
IISEHMER	1.44	1.00	1.44	7656.25	49729.00	529.00	28201410.25
CIETBIO	1.21	1.00	1.44	8711.11	6084.00	36.00	2244004.00
CIBED	1.21	1.00	1.00	7084.03	121.00	4.00	26896.00
CICUBA	1.21	1.32	1.69	10000.00	2209.00	16.00	3460840.11
CIRENAM	1.21	1.29	1.69	7802.78	4225.00	289.00	6979283.36
CIAAO	1.21	1.41	1.69	8556.25	2025.00	4.00	2728553.36
CIEMA	1.21	1.19	1.69	6400.00	2500.00	49.00	3766187.11
CISECA	1.21	1.00	1.69	8556.25	3364.00	36.00	4561784.03
CISEF	1.21	1.00	1.00	5017.36	784.00	81.00	524658.78
CENIDERCAFE	1.21	1.34	1.44	8402.78	1369.00	36.00	1693468.44
CIDEAMS	1.21	1.00	1.69	8100.00	1681.00	49.00	777924.00
<b>Suma</b>	<b>26.50</b>	<b>23.82</b>	<b>28.66</b>	<b>148197.22</b>	<b>116467.00</b>	<b>4920.00</b>	<b>152481384.33</b>
<b>Raíz cuadrada</b>	<b>5.15</b>	<b>4.88</b>	<b>5.35</b>	<b>384.96</b>	<b>341.27</b>	<b>70.14</b>	<b>12348.34</b>

Con los datos de este primer paso, se construye la matriz normalizada, misma que se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Matriz normalizada (rij) TOPSIS.

Centro o Instituto	MATRIZ NORMALIZADA (rij)						
	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.
	(Est)	(T. Prod)	(Sem)	(C. Inst)	(F. Acad)	(SNI)	(Prod. Agr)
IH	0.23	0.24	0.24	0.24	0.40	0.78	0.67
IIBIODEZA	0.23	0.26	0.24	0.24	0.17	0.14	0.19
IIAUIA	0.23	0.21	0.22	0.22	0.15	0.07	0.17
IDERS	0.23	0.27	0.24	0.19	0.17	0.11	0.19
IDEA	0.23	0.26	0.24	0.24	0.12	0.20	0.14
IIPCA	0.23	0.21	0.19	0.19	0.22	0.14	0.21
IARDER	0.23	0.20	0.19	0.21	0.21	0.20	0.11
IIPPF	0.23	0.20	0.19	0.22	0.11	0.13	0.09
IIPDICEA	0.23	0.18	0.19	0.16	0.05	0.03	0.06
IISEHMER	0.23	0.20	0.22	0.23	0.65	0.33	0.43
CIETBIO	0.21	0.20	0.22	0.24	0.23	0.09	0.12
CIBED	0.21	0.20	0.19	0.22	0.03	0.03	0.01
CICUBA	0.21	0.24	0.24	0.26	0.14	0.06	0.15
CIRENAM	0.21	0.23	0.24	0.23	0.19	0.24	0.21
CIAAO	0.21	0.24	0.24	0.24	0.13	0.03	0.13
CIEMA	0.21	0.22	0.24	0.21	0.15	0.10	0.16
CISECA	0.21	0.21	0.24	0.24	0.17	0.09	0.17
CISEF	0.21	0.20	0.19	0.18	0.08	0.13	0.06
CENIDERCAFE	0.21	0.24	0.22	0.24	0.11	0.09	0.11
CIDEAMS	0.21	0.20	0.24	0.23	0.12	0.10	0.07

El siguiente paso del Método TOPSIS fue ponderar la matriz normalizada con los pesos que fueron obtenidos mediante el método de AHP. El resultado fue la matriz ponderada Cuadro 11, en el que también se determinaron los valores máximos y mínimos, tal como lo explica la metodología.

Cuadro 11. Matriz ponderada (aij) TOPSIS.

MATRIZ PONDERADA (aij)							
Ponderaciones finales Centro o Instituto	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.
	0.01	0.05	0.03	0.03	0.03	0.15	0.7
	Est.	T. Prod.	Sem.	C. Inst.	F. Acad.	SIN	Prod. Agreg.
IH	0.0023	0.0121	0.0073	0.0073	0.0120	0.1176	0.4709
IIBIODEZA	0.0023	0.0132	0.0073	0.0073	0.0051	0.0214	0.1298
IIAUIA	0.0023	0.0107	0.0067	0.0066	0.0044	0.0107	0.1217
IDERS	0.0023	0.0134	0.0073	0.0056	0.0052	0.0171	0.1320
IDEA	0.0023	0.0130	0.0073	0.0073	0.0037	0.0299	0.0969
IIPCA	0.0023	0.0105	0.0056	0.0057	0.0065	0.0214	0.1494
IIARDER	0.0023	0.0102	0.0056	0.0064	0.0064	0.0299	0.0750
IIPPF	0.0023	0.0102	0.0056	0.0065	0.0033	0.0192	0.0602
IIPDICEA	0.0023	0.0089	0.0056	0.0049	0.0016	0.0043	0.0402
IISEHMER	0.0023	0.0102	0.0067	0.0068	0.0196	0.0492	0.3010
CIETBIO	0.0021	0.0102	0.0067	0.0073	0.0069	0.0128	0.0849
CIBED	0.0021	0.0102	0.0056	0.0066	0.0010	0.0043	0.0093
CICUBA	0.0021	0.0118	0.0073	0.0078	0.0041	0.0086	0.1055
CIRENAM	0.0021	0.0116	0.0073	0.0069	0.0057	0.0364	0.1498
CIAAO	0.0021	0.0122	0.0073	0.0072	0.0040	0.0043	0.0936
CIEMA	0.0021	0.0112	0.0073	0.0062	0.0044	0.0150	0.1100
CISECA	0.0021	0.0103	0.0073	0.0072	0.0051	0.0128	0.1211
CISEF	0.0021	0.0102	0.0056	0.0055	0.0025	0.0192	0.0411
CENIDERCAFE	0.0021	0.0119	0.0067	0.0071	0.0033	0.0128	0.0738
CIDEAMS	0.0021	0.0102	0.0073	0.0070	0.0036	0.0150	0.0500
<b>Max</b>	0.0023	0.0134	0.0073	0.0078	0.0196	0.1176	0.4709
<b>Min</b>	0.0021	0.0089	0.0056	0.0049	0.0010	0.0043	0.0093

El siguiente paso en la aplicación del método TOPSIS consistió en calcular las distancias euclidianas hacia la solución ideal positiva SIP, la cuales fueron computadas con la expresión (9), los resultados se pueden ver en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Separación de la solución ideal positiva TOPSIS.

Centro o Instituto	SEPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL POSITIVA $(a_{ij} - a^*_j)^2$ para A*							$\Sigma[(a_{ij} - a^*_j)^2]^{1/5}$ d*
	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.	
	Est.	T. Prod.	Sem.	C. Inst.	F. Acad.	SIN	Prod. Agreg.	
IH	0.00000000	0.00000173	0.00000000	0.00000027	0.00005715	0.00000000	0.00000000	0.00769088
IIBIODEZA	0.00000000	0.00000004	0.00000000	0.00000027	0.00021038	0.00926067	0.11634918	0.35471192
IIAUIA	0.00000000	0.00000732	0.00000031	0.00000137	0.00023128	0.01143293	0.12193845	0.36552929
IDERS	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000459	0.00020784	0.01010213	0.11486506	0.35380733
IDEA	0.00000000	0.00000014	0.00000000	0.00000021	0.00025316	0.00768750	0.13988141	0.38447681
IIPCA	0.00000000	0.00000850	0.00000283	0.00000432	0.00017156	0.00926067	0.10332894	0.33582259
IIARDER	0.00000000	0.00000991	0.00000283	0.00000186	0.00017387	0.00768750	0.15672040	0.40570478
IIPPF	0.00000000	0.00000991	0.00000283	0.00000169	0.00026734	0.00967683	0.16863826	0.42260722
IIPDICEA	0.00000000	0.00002041	0.00000283	0.00000816	0.00032475	0.01284604	0.18545752	0.44571258
IISEHMER	0.00000000	0.00000991	0.00000031	0.00000095	0.00000000	0.00468293	0.02884449	0.18313545
CIETBIO	0.00000004	0.00000991	0.00000031	0.00000027	0.00016247	0.01098018	0.14896428	0.40014681
CIBED	0.00000004	0.00000991	0.00000283	0.00000152	0.00034731	0.01284604	0.21305650	0.47567231
CICUBA	0.00000004	0.00000268	0.00000000	0.00000000	0.00023937	0.01189482	0.13353107	0.38166474
CIRENAM	0.00000004	0.00000307	0.00000000	0.00000083	0.00019291	0.00660366	0.10311645	0.33153726
CIAAO	0.00000004	0.00000146	0.00000000	0.00000034	0.00024484	0.01284604	0.14230884	0.39421003
CIEMA	0.00000004	0.00000483	0.00000000	0.00000243	0.00023128	0.01053659	0.13022363	0.37549804
CISECA	0.00000004	0.00000981	0.00000000	0.00000034	0.00021038	0.01098018	0.12236112	0.36546117
CISEF	0.00000004	0.00000991	0.00000283	0.00000517	0.00029384	0.00967683	0.18474211	0.44128304
CENIDERCAFE	0.00000004	0.00000232	0.00000031	0.00000042	0.00026734	0.01098018	0.15769437	0.41102919
CIDEAMS	0.00000004	0.00000991	0.00000000	0.00000061	0.00025597	0.01053659	0.17713879	0.43352267

El cálculo de las distancias euclidianas hacia la solución ideal negativa SIN se estimaron con la ecuación (10), los resultados se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Separación de la solución ideal negativa TOPSIS.

Centro o Instituto	SEPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN IDEAL NEGATIVA $(a_{ij} - a_j^-)^2$ para $A^-$							$\Sigma[(a_{ij} - a_j^-)^2]^5$
	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.	
	Est.	T. Prod.	Sem.	C. Inst.	F. Acad.	SIN	Prod. Agreg.	
IH	0.00000004	0.00001026	0.00000283	0.00000547	0.00012268	0.01284604	0.21305650	0.47544065
IIBIODEZA	0.00000004	0.00001854	0.00000283	0.00000547	0.00001707	0.00029268	0.01451555	0.12186948
IIAUIA	0.00000004	0.00000328	0.00000126	0.00000285	0.00001175	0.00004116	0.01263007	0.11265169
IDERS	0.00000004	0.00002041	0.00000283	0.00000051	0.00001780	0.00016463	0.01504620	0.12350069
IDEA	0.00000004	0.00001714	0.00000283	0.00000577	0.00000743	0.00065854	0.00766907	0.09143745
IIPCA	0.00000004	0.00000256	0.00000000	0.00000061	0.00003067	0.00029268	0.01963705	0.14129264
IARDER	0.00000004	0.00000187	0.00000000	0.00000223	0.00002970	0.00065854	0.00431664	0.07077448
IIPPF	0.00000004	0.00000187	0.00000000	0.00000243	0.00000522	0.00022409	0.00259331	0.05316915
IIPDICEA	0.00000004	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000038	0.00000000	0.00095683	0.03093937
IISEHMER	0.00000004	0.00000187	0.00000126	0.00000355	0.00034731	0.00201677	0.08511443	0.29577901
CIETBIO	0.00000000	0.00000187	0.00000126	0.00000547	0.00003469	0.00007317	0.00571862	0.07638763
CIBED	0.00000000	0.00000187	0.00000000	0.00000264	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00212358
CICUBA	0.00000000	0.00000829	0.00000283	0.00000816	0.00001001	0.00001829	0.00924702	0.09640854
CIRENAM	0.00000000	0.00000765	0.00000283	0.00000380	0.00002253	0.00102896	0.01972983	0.14420680
CIAAO	0.00000000	0.00001095	0.00000283	0.00000517	0.00000893	0.00000000	0.00711357	0.08450710
CIEMA	0.00000000	0.00000538	0.00000283	0.00000169	0.00001175	0.00011433	0.01014358	0.10138816
CISECA	0.00000000	0.00000192	0.00000283	0.00000517	0.00001707	0.00007317	0.01249452	0.11222600
CISEF	0.00000000	0.00000187	0.00000000	0.00000034	0.00000223	0.00022409	0.00100896	0.03517797
CENIDERCAFE	0.00000000	0.00000896	0.00000126	0.00000488	0.00000522	0.00007317	0.00415676	0.06519392
CIDEAMS	0.00000000	0.00000187	0.00000283	0.00000432	0.00000695	0.00011433	0.00165664	0.04227224

Finalmente se computó el índice de distancias mediante la aplicación de la ecuación (12), para obtener  $D^*$  y los resultados nos permitieron ordenar las alternativas, de la mejor calificación a la menor. Como último paso se normalizaron las puntuaciones mediante el método de suma convirtiéndolas en porcentajes, tal como se observa en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Porcentaje de asignación de presupuesto al sistema de investigación TOPSIS.

<b>Centro o Instituto</b>	<b>D*</b>	<b>D* Normalizada</b>
IH	0.984	20.68
IIEHMER	0.618	12.98
CIRENAM	0.303	6.37
IIPCA	0.296	6.22
IDERS	0.259	5.44
IIBIODEZA	0.256	5.37
IIAUIA	0.236	4.95
CISECA	0.235	4.94
CIEMA	0.213	4.47
CICUBA	0.202	4.24
IDEA	0.192	4.04
CIAAO	0.177	3.71
CIETBIO	0.160	3.37
IIARDER	0.149	3.12
CENIDERCAFE	0.137	2.88
IIPPF	0.112	2.35
CIDEAMS	0.089	1.87
CISEF	0.074	1.55
IIPDICEA	0.065	1.36
CIBED	0.004	0.09
<b>Suma</b>	<b>4.758</b>	<b>100.00</b>

## 5.4 Resultados del método de suma ponderada WSM

La suma ponderada permite ponderar una serie de alternativas en función de un grupo de criterios, la información para la realización de este método fue proporcionada por la DGIP, dicha información corresponde al año 2013.

Cuadro 15. Matriz de decisión (xij) WSM.

MATRIZ DE DECISIÓN (xij)							
Centro o Instituto	Evaluación Institucional				Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.
	Estructura	Tendencia en Productividad	Realización de Seminario	Cumplimiento Institucional	Formación Académica	SNI	Productividad agregada
IH	1.2	1.2	1.3	93.3	137.0	55.0	8306.5
IIBIODEZA	1.2	1.3	1.3	93.3	58.0	10.0	2289.3
IIAUIA	1.2	1.0	1.2	85.0	50.0	5.0	2146.5
IDERS	1.2	1.3	1.3	72.5	59.0	8.0	2327.8
IDEA	1.2	1.3	1.3	94.2	42.0	14.0	1708.8
IIPCA	1.2	1.0	1.0	73.3	74.0	10.0	2636.0
IIARDER	1.2	1.0	1.0	82.5	73.0	14.0	1323.0
IIPPF	1.2	1.0	1.0	83.3	37.0	9.0	1062.3
IIPDICEA	1.2	0.9	1.0	63.3	18.0	2.0	709.7
IISEHMER	1.2	1.0	1.2	87.5	223.0	23.0	5310.5
CIETBIO	1.1	1.0	1.2	93.3	78.0	6.0	1498.0
CIBED	1.1	1.0	1.0	84.2	11.0	2.0	164.0
CICUBA	1.1	1.1	1.3	100.0	47.0	4.0	1860.3
CIRENAM	1.1	1.1	1.3	88.3	65.0	17.0	2641.8
CIAAO	1.1	1.2	1.3	92.5	45.0	2.0	1651.8
CIEMA	1.1	1.1	1.3	80.0	50.0	7.0	1940.7
CISECA	1.1	1.0	1.3	92.5	58.0	6.0	2135.8
CISEF	1.1	1.0	1.0	70.8	28.0	9.0	724.3
CENIDERCAFE	1.1	1.2	1.2	91.7	37.0	6.0	1301.3
CIDEAMS	1.1	1.0	1.3	90.0	41.0	7.0	882.0

El procedimiento teórico que sustenta este método para el desarrollo y cálculo se puede encontrar detallado en la sección 2.4.3. Es importante recordar que las ponderaciones utilizadas en este método fueron obtenidas con el método de AHP.

Cuadro 16. Matriz ponderada WSM.

Centro o Instituto	MATRIZ PONDERADA							Suma Ponderada	Suma Pond. Norm.
	Evaluación Institucional			Evaluación Investigadores		Productividad Centros o Inst.			
	Est.	T. Prod.	Sem.	C. Inst.	F. Acad.	SNI	Prod. Agreg.		
IH	0.017	0.055	0.036	2.912	3.946	8.316	5814.550	5829.832	19.460
IIBIODEZA	0.017	0.060	0.036	2.912	1.670	1.512	1602.533	1608.741	5.370
IIAUIA	0.017	0.049	0.033	2.652	1.440	0.756	1502.550	1507.497	5.032
IDERS	0.017	0.061	0.036	2.262	1.699	1.210	1629.483	1634.768	5.457
IDEA	0.017	0.059	0.036	2.938	1.210	2.117	1196.183	1202.560	4.014
IIPCA	0.017	0.048	0.028	2.288	2.131	1.512	1845.200	1851.224	6.179
IARDER	0.017	0.047	0.028	2.574	2.102	2.117	926.100	932.985	3.114
IIPPF	0.017	0.047	0.028	2.600	1.066	1.361	743.633	748.751	2.499
IIPDICEA	0.017	0.041	0.028	1.976	0.518	0.302	496.767	499.649	1.668
IISEHMER	0.017	0.047	0.033	2.730	6.422	3.478	3717.350	3730.077	12.451
CIETBIO	0.016	0.047	0.033	2.912	2.246	0.907	1048.600	1054.761	3.521
CIBED	0.016	0.047	0.028	2.626	0.317	0.302	114.800	118.135	0.394
CICUBA	0.016	0.054	0.036	3.120	1.354	0.605	1302.233	1307.417	4.364
CIRENAM	0.016	0.053	0.036	2.756	1.872	2.570	1849.283	1856.587	6.197
CIAAO	0.016	0.056	0.036	2.886	1.296	0.302	1156.283	1160.875	3.875
CIEMA	0.016	0.051	0.036	2.496	1.440	1.058	1358.467	1363.564	4.552
CISECA	0.016	0.047	0.036	2.886	1.670	0.907	1495.083	1500.646	5.009
CISEF	0.016	0.047	0.028	2.210	0.806	1.361	507.033	511.501	1.707
CENIDERCAFE	0.016	0.054	0.033	2.860	1.066	0.907	910.933	915.869	3.057
CIDEAMS	0.016	0.047	0.036	2.808	1.181	1.058	617.400	622.546	2.078
							<b>Suma</b>	29957.986	100.000

## 5.5 Comparación de resultados TOPSIS y WSM

Los resultados del método TOPSIS, WSM y los porcentajes de asignación tradicional se pueden ver en el Cuadro 17. En el este cuadro se observan algunas disparidades en porcentajes, principalmente en el primer instituto, en los siguientes Centros o Institutos la diferencia no es muy significativa, a excepción del último centro.

Cuadro 17. Comparación de resultados TOPSIS, WSM y forma tradicional, en %.

Centro o Instituto	TOPSIS	WSM	Presupuesto asignado forma tradicional
IH	20.68	19.46	17.58
IIEHMER	12.98	12.45	12.16
CIRENAM	6.37	6.20	6.08
IIPCA	6.22	6.18	5.88
IDERS	5.44	5.46	<b>5.40</b>
IIBIODEZA	5.37	5.37	<b>5.49</b>
IIAUIA	4.95	5.03	<b>4.90</b>
CISECA	4.94	5.01	<b>4.96</b>
CIEMA	4.47	4.55	4.52
CICUBA	4.24	4.36	4.48
IDEA	4.04	4.01	4.32
CIAAO	3.71	3.88	4.03
CIETBIO	3.37	3.52	3.87
IIARDER	3.12	3.11	3.47
CENIDERCAFE	2.88	3.06	3.28
IIPPF	2.35	2.50	2.70
CIDEAMS	1.87	2.08	2.48
CISEF	1.55	1.71	1.92
IIPDICEA	1.36	1.67	1.72
CIBED	0.09	0.39	0.76
Suma	100.00	100.00	100.00

En la Figura 3, se puede ver una gráfica que ilustra la asignación de presupuesto en los distintos Centro o Institutos de Investigación.

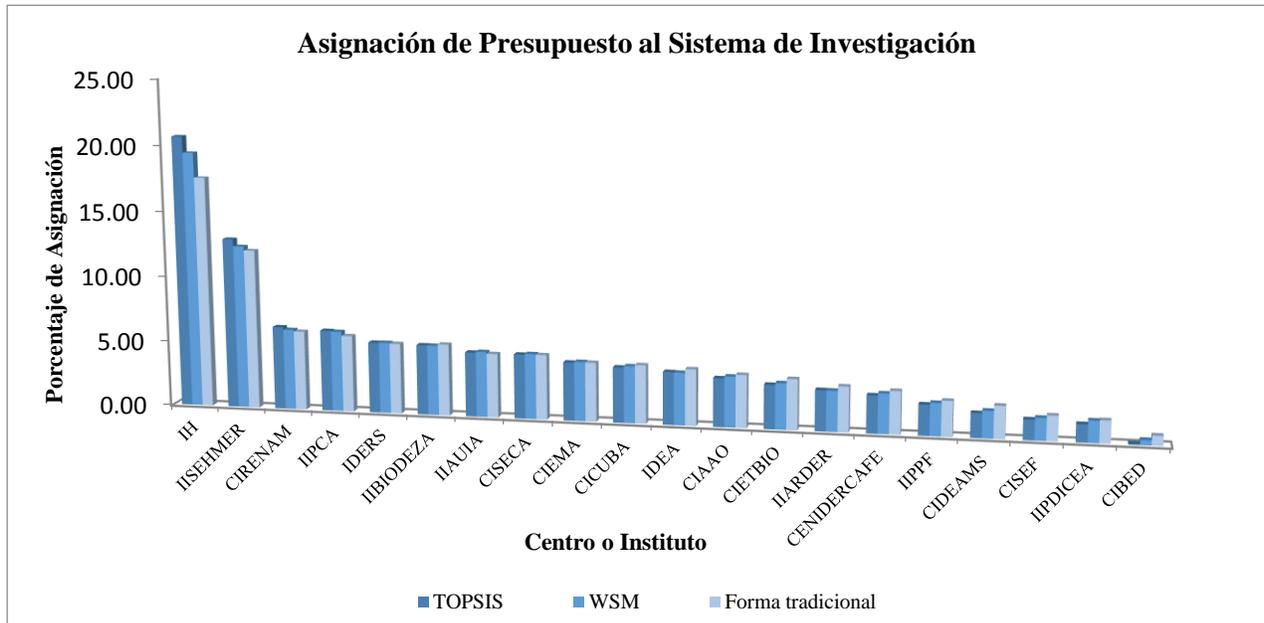


Figura 3. Gráfico de presupuesto en el Sistema de Investigación.

## 6 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

En el caso de estudio presentado en esta investigación, se analizó la distribución de presupuesto asignado a los Sistemas de Investigación existentes en la UACH con los MCDM, como se ha mencionado, estos métodos son muy utilizados en cuestiones versadas a la toma de decisiones, además de que estos cuentan con un sustento teórico matemático.

Como se ha aludido, en esta investigación se recurrió a personal académico y profesional experto que labora en la UACH. Ellos evaluaron la importancia de los atributos en cada uno de los criterios y subcriterios propuestos. Dicha propuesta se sustenta con el reglamento de la DGIP. Los resultados obtenidos de las ponderaciones de los criterios calculadas pueden variar debido al punto de vista de las unidades decisoras, sin embargo siempre se debe ser consciente en la congruencia de sus respuestas para que exista consistencia. De acuerdo al Cuadro 4, se encontró que para los expertos es mucho más importante la Productividad de cada Centro o Instituto, debido a que este criterio tiene un peso de 0.7, seguido por la Evaluación de investigadores con 0.18 y finalizando con la Evaluación Institucional 0.12. Estos resultados son relativamente similares con los que se manejan en la distribución tradicional de 0.8, 0.1 y 0.1 respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos se en el Cuadro 17. El porcentaje que se debió asignar al IH fue de 20.68 % del total presupuestado en el rubro de investigación, y así consecutivamente con los demás centros o Institutos de Investigación, hasta CIBED con 0.09 %, de acuerdo con el método TOPSIS. En relación al método WSM, Cuadro 17, muestra que los porcentajes estimados son semejantes al método TOPSIS, la única diferencia significativa entre estos dos métodos es de 3 %, esa diferencia en el porcentaje se observa en Centro de Investigación en Bioenergéticos para el Desarrollo Rural Sustentable (CIBED).

Si comparamos los MCDM con respecto a la forma tradicional de asignación de presupuesto al sistema de investigación, se puede observar que estas diferencias son semejantes, a excepción del último centro que tiene un 7 % de divergencia superior al estimado con los métodos TOPSIS y WSM.

Se concluye que la forma tradicional de asignación de presupuesto no se aleja mucho de las distribuciones dictadas por los métodos WSM y AHP, por lo que se puede considerar que dicha asignación es confiable y coincide de manera aproximada con las valoraciones de los expertos participantes en el proceso de ponderación utilizado.

## 7 REFERENCIAS

Álvarez, A. M., Arquero, H. A. & Martínez, I. E., 2010. Empleo del AHP (Proceso Analítico Jerárquico) incorporado en SIG para definir el emplazamiento óptimo de equipamientos universitarios.. *Facultad de Informática (U.P.M.)*, pp. 579-595.

Aminbakhsh, S., Gunduz, M. & Sonmez, R., 2013. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *National Safety Council and Elsevier Ltd*, Volumen 46, p. 99–105.

Aznar, B. J. & Guijarro, M. F., 2012. *Nuevos métodos de valoración, Modelos Multicriterio*. Segunda ed. València España: Universidad Politécnica de València.

Bai, C., Dhavale, D. & Sarkis, J., 2014. Integrating Fuzzy C-Means and TOPSIS for performance evaluation: An application and comparative analysis. *Expert Systems with Applications*, Volumen 41, p. 4186–4196.

Bao, Q., Shen, Y., Hermans, H. & Janssens, D., 2012. TOPSIS and its Extensions: Applications for Road Safety Performance Evaluation. En: C. Kahraman, ed. *Computational Intelligence System in Industrial Engineering*. Primera ed. Paris, France: Atlantis Press, pp. 109-132.

Berumen, S. A. & Llamazares, R. F., 2007. La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 20(34), pp. 65-87.

Bilbao, T. A., Parra, M. A., Cañal, F. V. & Antomil, I. J., 2014. Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds. *Omega*, Volumen 49, pp. 1-17.

Caterino, N., Iervolino, L., Manfredi, G. & Cosenza, E., 2009. Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Methods for Seismic Structural Retrofitting. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Volumen 24, p. 432–445.

Ercole, R. A., Alberto, L. C. & Carignano, C. E., 2007. *TOPSIS en medición multicriterio de eficiencia*. s.l.:s.n.

Figueira, J., Greco, S. & Ehrgott, M., 2005. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. First ed. Boston, United States of America: Springer Science + Business Media.

García, C. M. S., Lamata, J. M. & Ruiz, M. R., 2009. *Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”*. Primera ed. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

Hargreaves, H. S., 1991. Rationality in Economics. *The Economic Journal*, 101(407), pp. 974-976.

Ishizaka, A. & Labib, A., 2009. Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and Limitations. *ORInsight*, 22(4), p. 201–220.

Jolai, F., Ahmad, Y. S., Shahanaghi, K. & Azari, K. M., 2011. Integrating fuzzy TOPSIS and multi-period goal programming for purchasing multiple products from multiple suppliers. *Journal of Purchasing & Supply Management*, Volumen 17, p. 42–53.

Joo, N. J. & Alvarado, P. V., 2013. Evaluación multicriterio/multiobjetivo aplicada a datos sobreeducación: una primera aproximación. *Revista Educacon y Tecnología*, Volumen 3, pp. 112-123.

Kahraman, C., 2012. *Computational Intelligence Systems in Industrial Engineering*. Primera ed. Paris, France: Atlantis Press.

Kaya, T. & Kahraman, C., 2011. Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology. *Expert Systems with Applications*, 38(6), p. 6577–6585.

Macharis, C., Springael, J., Brucker, K. & Verbeke, A., 2004. PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis.: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*, 153(2), pp. 307-317.

Mela, K., Tiainen, T. & HeinisuoM., 2012. Comparative study of multiple criteria decision making methods for building design. *Advanced Engineering Informatics*, Volumen 26, pp. 7116-726.

Mendoza, G. A. & Martins, H., 2006. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *Forest Ecology and Management*, Volumen 230, pp. 1-22.

Moreno, J. J. & Escobar, U. M., 2000. El pesar en el proceso analítico jerárquico 1. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal REDALYC*, 14(1), pp. 95-115.

Moreno, J. J. M., 1993. *Investigación Operativa*. España: Ed. Gore..

Moreno, J. J. M., 2002. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, Volumen I, pp. 21-53.

Moreno, J. J. M. & Mata, E. J., 1992. Nuevos sistemas informáticos de ayuda a la decisión. Sistemas Decisionales Integrales. *Actas de la V Reunión ASEPELT-España, Granada*, Volumen II, pp. 529-538.

Morillas, R., Díaz, D. B. & J., G. H., 1997. Análisis de concordancia comparativa difusa . Propuesta y evaluación mediante un caso práctico. *Estadística Española*, 39(142), pp. 67-97.

Pacheco, J. F. & Contreras, E., 2008. *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos*. Primera ed. Santiago de Chile: Comision Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL ).

Papadopoulos, A. M., 2011. *Overview and selection of multi-criteria evaluation methods for mitigation/adaptation policy instruments*, Greece: National and Kapodistrian University of Athens.

Peña, O. D., 2011. Algunas razones para evaluar la investigación científica venezolana desde la bibliometría. *Rev. Interam. Bibliot. Medellín*, 34(3), pp. 271-281.

Real, A. & Maldonado, M. A., 2011. Selección de fresadoras con TOPSIS usando ponderaciones de AHP. *CULCyT*, Volumen 8, pp. 95-102.

Romero, C., 1996. *Análisis de las Decisiones Multicriterio*. Primera ed. Madrid: HB&h Dirección de Arte y Edición.

Roy, B., 2005. Paradigms and Challenges. En: J. Figueira, S. Greso & M. Ehrgott, edits. *Multiple Criteria Decision Analysis*. Boston, United States of America: Springer Science, pp. 4-24.

Saaty, T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.

Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), pp. 83-98.

Triantaphyllou, E., 2000. *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Promera ed. Louisiana USA: Springer-Science+Business Media.

Velasquez, M. & Hester, P. T., 2013. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2), pp. 56-66.

Xu, L. & Yang, J. B., 2001. *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach*. First ed. United Kingdom: Manchester School of Management.

Yu, T. L., Wei, C. W. & Han, H. W., 2008. AHP- and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects. *Automation in Construction*, Volumen 17, p. 623-632.

Zeleny, M., 1975. The Decision Process and its Stages. En: E. I. f. A. S. i. Management, ed. *Multiple Criteria Decision Making*. USA: McGraw-Hill Book Company, pp. 85-95.

Zopounidis, C. & Pardalos, P. M., 2010. *Handbook of Multicriteria Analysis*. Primera ed.  
Heidelberg, Germany: Springer.

## **8 ANEXOS**

### **8.1.1 ANEXO 1: INSTRUMENTO DE PONDERACIÓN**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS**

### **8.1.2 ASIGNACIÓN DEL PRESUPUESTO DENTRO DE LA UACH UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO**

Ponderador \_\_\_\_\_  
Encuestador \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

La distribución del presupuesto para investigación en la Universidad se realizará considerando tres criterios que califican a los centros e institutos de investigación existentes: A) Evaluación Institucional; B) Evaluación de Investigadores, y C) Productividad del Centro o Instituto. Cada uno de estos criterios comprende distintos subcriterios Figura 4. Para ello se requiere asignar los pesos de importancia a cada uno de los criterios y subcriterios. Se aplicarán tres métodos de ponderación: 1) ordenación simple, 2) distribución de puntos y 3) el método de análisis jerárquico (AHP). En cada caso, primero se procederá a ponderar los criterios, y posteriormente los subcriterios.

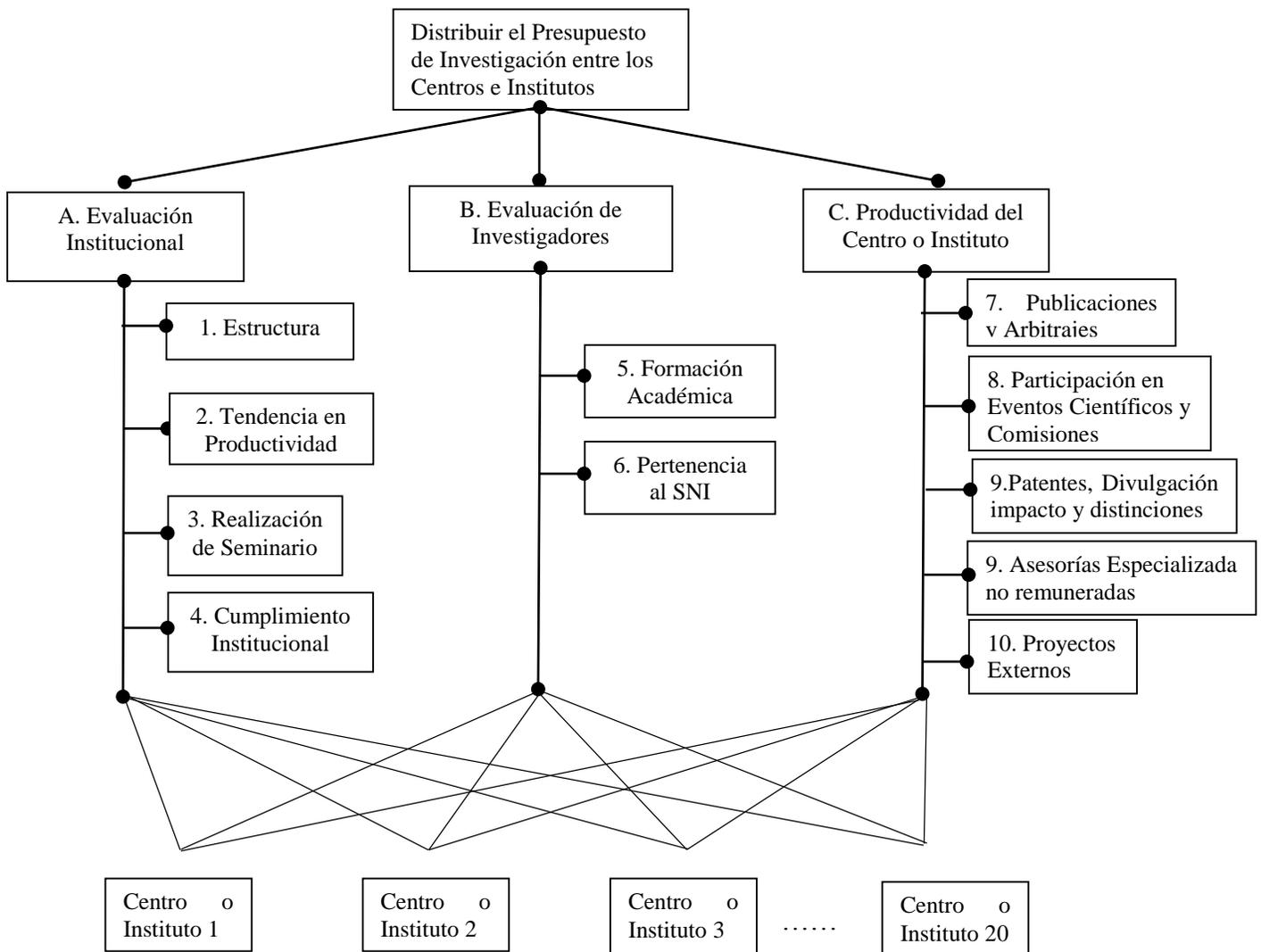


Figura 4. Estructura jerárquica de la distribución presupuestal y sus respectivos criterios y subcriterios.

### 8.1.2.1 PONDERACIÓN DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

La unidad decisora ordena los criterios y subcriterios de acuerdo a su grado importancia, preferentemente de mayor a menor. Se solicita a los decisores según su objetividad y conocimiento asignar el orden de importancia de los tres criterios del Cuadro 18. Siendo el número 1 es el más importante, el 3 es el menos importante (puede haber empates).

### 8.1.2.1.1 MÉTODOS DE ORDENACIÓN SIMPLE

#### 8.1.2.1.1.1 Criterios

Cuadro 18. Orden de criterios.

<b>CRITERIO</b>	<b>ORDEN</b>
Evaluación Institucional	
Evaluación de Investigadores	
Productividad del Centro o Instituto	

#### 8.1.2.1.1.2 Subcriterios

Se procede con la ordenación de subcriterios agrupados en el criterio “Evaluación Institucional”.

Al igual que en el Cuadro 18, el número 1 es el más importante, el 4 es el menos importante (puede haber empates).

Cuadro 19. Subcriterios de evaluación institucional.

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>ORDEN</b>
Estructura	
Tendencia en productividad	
Realización de seminario	
Cumplimiento institucional	

Ordenación de Subcriterios comprendidos en el Criterio “Evaluación de Investigadores”. Al igual que en el Cuadro 19, el 1 es el más importante, el 2 es el menos importante (puede haber empates).

Cuadro 20. Subcriterios de evaluación de investigadores.

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>ORDEN</b>
Formación Académica	
Pertenencia al SNI	

Ordenación de Subcriterios agrupados en el criterio “Productividad del Centro o Instituto”. Al igual que en el Cuadro 20. En este caso el número 1 es el más importante y el 5 el menos importante (puede haber empates).

Cuadro 21. Subcriterios de productividad del centro o instituto.

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>ORDEN</b>
Publicaciones y Arbitrajes	
Participación en Eventos Científicos y Comisiones	
Patentes, Divulgación, Impacto y Distinciones	
Asesorías Especializada no remuneradas	
Proyectos Externos	

#### 8.1.2.1.2 DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS

Consiste en dar a un grupo de expertos el conjunto de criterios a ponderar y se les pide que distribuyan 100 puntos, entre el conjunto de criterios considerados. Todo esto basado en la experiencia y su juicio subjetivo sobre la importancia de cada criterio (Pacheco & Contreras, 2008). Se le solicita a los decisores distribuir 100 puntos entre los tres criterios. El criterio que obtiene más puntos es el más importante.

Cuadro 22. Puntaje obtenido por cada criterio.

<b>CRITERIO</b>	<b>PUNTOS</b>
Evaluación Institucional	
Evaluación de Investigadores	
Productividad del Centro o Instituto	

Asignación de presupuesto entre los subcriterios agrupados dentro del criterio “Evaluación Institucional”. Se le solicita distribuir 100 puntos entre los cuatro subcriterios. El subcriterio que obtiene más puntos es el más importante.

Cuadro 23. Puntaje obtenido por subcriterios de evaluación institucional.

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>PUNTOS</b>
Estructura	
Tendencia en productividad	
Realización de seminario	
Cumplimiento institucional	

Asignación de presupuesto entre los subcriterios comprendidos dentro del criterio “Evaluación de Investigadores”. Se le solicita distribuir 100 puntos entre los dos subcriterios. El subcriterio que obtiene más puntos es el más importante.

Cuadro 24. Puntaje obtenido por subcriterios de evaluación de investigadores

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>ORDEN</b>
Formación Académica	
Pertenencia al SNI	

Asignación de presupuesto entre los subcriterios del criterio “Productividad del Centro o Instituto”. Se le solicita distribuir 100 puntos entre los cinco subcriterios. El subcriterio que obtiene más puntos es el más importante.

Cuadro 25. Puntaje obtenido por subcriterios de productividad del centro o instituto.

<b>SUBCRITERIO</b>	<b>PUNTOS</b>
Publicaciones y Arbitrajes	
Participación en Eventos Científicos y Comisiones	
Patentes, Divulgación, Impacto y Distinción	
Asesorías Especializada no remuneradas	
Proyectos Externos	

#### 8.1.2.1.3 MÉTODO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO.

La aplicación de este método consiste en realizar comparaciones pareadas entre cada criterio, cuando se ponderan, y entre cada subcriterio también. En dicha comparación se utiliza la escala propuesta por el autor (Saaty, 1980), Cuadro 2 . Con ayuda de la escala de Saaty, se procederá a registrar la información en los formatos que se presentan a continuación.

Ponderación de los criterios. (Se solicita aplicar los valores de la escala en la comparación de los criterios).

Cuadro 26. Comparación pareada entre criterios en términos de importancia.

Criterio	Escala de valoración														Con Criterio			
	Extremadamente más (9)	(8)	Muy fuertemente más (7)	(6)	Fuertemente más (5)	(4)	Moderadamente más (3)	(2)	IGUAL (1)	(2)	Moderadamente más (3)	(4)	Fuertemente más (5)	(6)		Muy fuertemente más (7)	(8)	Extremadamente más (9)
1. Evaluación Institucional																		2. Evaluación de Investigadores
1. Evaluación Institucional																		3. Productividad del Centro o Instituto
2. Evaluación de Investigadores																		3. Productividad del Centro o Instituto

(Poner una X en la celda que corresponda a su valoración)

Ponderación de los subcriterios agrupados en el criterio “Evaluación Institucional”.

Cuadro 27. Comparación pareada entre Subcriterios evaluación institucional en términos de importancia.

Subcriterio	Escala de valoración														Con Subcriterio			
	Extremadamente más (9)	(8)	Muy fuertemente más (7)	(6)	Fuertemente más (5)	(4)	Moderadamente más (3)	(2)	IGUAL (1)	(2)	Moderadamente más (3)	(4)	Fuertemente más (5)	(6)		Muy fuertemente más (7)	(8)	Extremadamente más (9)
1. Estructura																		2. Tendencia en productividad
1. Estructura																		3. Realización de seminarios
1. Estructura																		4. Cumplimiento institucional
2. Tendencia en productividad																		3. Realización de seminarios
2. Tendencia en productividad																		4. Cumplimiento institucional
3. Realización de seminarios																		4. Cumplimiento institucional

(Poner una X en la celda que corresponda a su valoración).

Ponderación de los subcriterios comprendidos en el criterio “Evaluación de Investigadores”.

Cuadro 28. Comparación pareada entre Subcriterios evaluación de investigadores en términos de importancia.

Subcriterio	Extremadamente más (9)	(8)	Muy fuertemente más (7)	(6)	Fuertemente más (5)	(4)	Moderadamente más (3)	(2)	<b>IGUAL (1)</b>	(2)	Moderadamente más (3)	(4)	Fuertemente más (5)	(6)	Muy fuertemente más (7)	(8)	Extremadamente más (9)	Con Subcriterio
	1. Formación Académica																	

(Poner una X en la celda que corresponda a su valoración).

Ponderación de los subcriterios incluidos en el criterio “Productividad del Centro o Instituto”.

Cuadro 29. Comparación pareada entre Subcriterios productividad del centro o instituto en términos de importancia.

Subcriterio	Extremadamente más (9)	(8)	Muy fuertemente más (7)	(6)	Fuertemente más (5)	(4)	Moderadamente más (3)	(2)	<b>IGUAL (1)</b>	(2)	Moderadamente más (3)	(4)	Fuertemente más (5)	(6)	Muy fuertemente más (7)	(8)	Extremadamente más (9)	Con Subcriterio
	1. Publicaciones y arbitraje																	
1. Publicaciones y arbitraje																		3. Patentes, Divulgación, Impacto y Distinciones
1. Publicaciones y arbitraje																		4. Asesorías Especializada no remuneradas
1. Publicaciones y arbitraje																		5. Proyectos Externos
2. Participación en Eventos Científicos y Comisiones																		3. Patentes, Divulgación, Impacto y Distinciones
2. Participación en Eventos Científicos y Comisiones																		4. Asesorías Especializada no remuneradas
2. Participación en Eventos Científicos y Comisiones																		5. Proyectos Externos
3. Patentes, divulgación, impacto y distinciones																		4. Asesorías Especializada no remuneradas
3. Patentes, divulgación, impacto y distinciones																		5. Proyectos Externos
4. Asesorías Especializada no remuneradas																		5. Proyectos Externos

## **8.2 ANEXO 2: NORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO DE LOS CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN**

### **8.2.1 INTRODUCCIÓN**

En este anexo se hace referencia a la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP), ya que estas normas fueron recopiladas por esta figura.

La necesidad de cuantificar la investigación es un requisito indispensable para el avance del conocimiento en la Universidad. En 1999 el Consejo Interno de Administración y Presupuesto (CIDAP) y la Comisión de Subdirectores de Investigación (COSI) proponen instituir centros e institutos de investigación, con el propósito de incrementar la calidad, cantidad e impacto en investigación, así como establecer un registro, seguimiento y evaluación de proyectos, no obstante también como instrumento de equidad y motivación para los investigadores. En ese año se establecen las normas para la evaluación de la productividad de la investigación en la UACH. Desde entonces la evaluación de la productividad de los investigadores ha sido fundamental para la asignación de los recursos económicos provenientes del gobierno federal que la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP) otorga.

Las revisiones y adecuaciones han sido indispensables a fin de cumplir con los objetivos generales de la investigación de la UACH. Las observaciones se realizan principalmente por investigadores y autoridades en turno, considerando los rubros y partidas prioritarias en investigación. Así mismo, se pretende que la información recabada sirva de base a informes que la UACH requiera. Los criterios propuestos para calificar se explican a continuación.

## 8.2.2 CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTO A LOS CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN

La evaluación de los Centros e Institutos de Investigación en cuestión versada al financiamiento asignado, tendrá como base tres conceptos:

- ✓ Evaluación Institucional
- ✓ Evaluación de Investigadores
- ✓ Productividad del Centro o Instituto

A continuación se presentan las consideraciones y conceptualizaciones de estos tres rubros, incluyendo los porcentajes para cada variante.

### 8.2.2.1 EVALUACIÓN INSTITUCIONAL

En este rubro corresponde al 10 % del total de los fondos disponibles para el desarrollo de los proyectos de investigación, considerando los criterios siguientes:

Cuadro 30. Evaluación Institucional subcriterios y ponderaciones tradicionales.

SUBCRITERIO	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
La estructura organizacional	Si la estructura es un Centro de Investigación, la calificación obtenida se multiplicará por	1.1
	Si la estructura es un Instituto de Investigación, la calificación se multiplicará por	1.2
La tendencia a aumentar o disminuir la productividad general del Centro o Instituto a partir del 2011	Este índice será igual a la unidad incrementada o disminuida en la pendiente del porcentaje de evolución anual/100.	Por tendencia histórica
La realización de eventos por parte de los integrantes del Centro o Instituto y la publicación de memorias del	Si el Centro/Instituto no organizó ningún evento en el año	1.00
	Si el evento fue sólo del propio Centro o Instituto y no publicó memoria	1.10

mismo, tendrá una puntuación extra, si el evento se hizo en colaboración de otros Centros o Institutos y de sociedades científicas de carácter nacional o internacional	Si fue sólo del Centro o Instituto pero publicó Memoria impresa o en CD	1.20
	Si el evento fue organizado por dos o más Centros/Institutos sin memoria	1.15
	Si fue de dos o más Centros o Institutos con memoria	1.30
	Si fue uno o varios Centros/Institutos con ayuda de una sociedad científica nacional con publicación de memoria	1.40
	Si fue uno o varios Centros/Institutos con ayuda de una sociedad científica internacional con publicación de memoria	1.50
Una calificación de 0 a 100 emitida por la DGIP en concordancia con la colaboración del Centro o Instituto en las tareas de organización de la investigación en la UACH, la cual se basará principalmente en los siguientes conceptos	Asistencia y participación en reuniones de Coordinadores de Centro/Instituto u otros eventos organizados por la DGIP.	Puntaje asignado DGIP
	Entrega a la DGIP en tiempo, forma y calidad de la documentación para la Evaluación Anual de Productividad	Puntaje asignado DGIP
	Entrega a la DGIP en tiempo, forma y calidad la documentación de los integrantes del Centro/instituto que participarán en la convocatoria de estímulos al desempeño docente	Puntaje asignado DGIP

#### 8.2.2.2 EVALUACIÓN DE INVESTIGADORES

De acuerdo a la normatividad vigente, se considerará como integrante a aquellos profesores que cumplan 1) ser de tiempo completo en la Universidad y 2) tener proyecto registrado en la DGIP.

Un investigador puede ser integrante de dos Centros o Institutos de Investigación como máximo, donde al mismo tiempo no podrá tener más de dos proyectos convencionales registrados. En dicho caso tiene derecho a recibir financiamiento en función de la productividad alcanzada en cada uno con una puntuación de cincuenta.

El rubro B está relacionado directamente con la cantidad y la calidad de los integrantes del Centro o Instituto. Este rubro representará el 10 % del total de los fondos destinados a los

proyectos de investigación. Para los investigadores que participen en dos Centros o Institutos, el puntaje será dividido en partes iguales. El puntaje a obtener será:

Cuadro 31. Evaluación de Investigadores.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NIVEL ACADÉMICO</b>	<b>PUNTOS</b>
Grado académico	Doctorado	4
	Maestría	3
	Licenciatura	2
Miembros del Sistema Nacional de Investigadores	Candidato	1
	Nivel I	2
	Nivel II	3
	Nivel III	4
	Emérito	5

### 8.2.2.3 PRODUCTIVIDAD DEL CENTRO O INSTITUTO

El rubro C contiene la mayor asignación de recursos, debido a que en este apartado se canaliza el ochenta por ciento del total de los recursos destinados a los centros o institutos, no obstante no significa que sea el más importante. La productividad se entenderá como el registro cuantitativo de las actividades relacionadas con la investigación que llevan a cabo los miembros de los Centros o Institutos y que en su conjunto integran la productividad global de cada Centro o instituto. En otras palabras, este rubro refleja los resultados obtenidos por los investigadores a través de diversos “productos de investigación” reconocidos.

La DGIP se encargará de la evaluación de dicha productividad y la notificación de los resultados a los Centros e Institutos. Las actividades o productos que se evaluarán en el rubro de productividad se describen en el siguiente apartado.

#### 8.2.2.3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE LOS CENTROS O INSTITUTOS

La productividad calificada, será reportada por los integrantes de los Centros o Institutos que participen. Si el o los productos son publicaciones, deberán dar el crédito a la UACH y al Centro o Instituto de Investigación. En caso contrario, la investigación no será considerada. Cuando un investigador deje de pertenecer a un Centro o Instituto, el 30 % de su productividad será considerada en aquel donde se llevó a cabo el proyecto y el 70 % en el nuevo Centro o Instituto, siempre que el proyecto planteado se adapte adecuadamente a la nueva línea de investigación. Es condición necesaria informar a la DGIP de los avances o finiquitos de los proyectos financiados para recibir financiamiento en futuros proyectos. La DGIP otorgará los formatos y dictará las disposiciones necesarias para esta tarea. Los conceptos que se calificarán en evaluación se describen a continuación:

##### 8.2.2.3.1.1 Artículos Científicos Publicados en Revistas de Alto Prestigio (Incluidas en el Índice de CONACyT y/o en el Master Journal List/Thomson Reuters)

Se considerarán artículos que hayan publicado en el año de evaluación y que sean del tema de estudio del Centro o Instituto. Los comprobantes serán copias de la portada de la revista, del contenido, la hoja donde se observe el año, número, volumen y el ISSN, además de la primera y última hoja del artículo. No se considerarán para evaluación las cartas de aceptación de las revistas; en el caso de que un investigador presente una misma publicación dos veces, la DGIP penalizará al investigador y al Centro o Instituto correspondiente. El puntaje a asignar serán:

Cuadro 32. Artículos científicos publicados en revista de alto prestigio.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
En revistas científicas con arbitraje incluidas en el Índice Mexicano de Revistas de Ciencia y Tecnología del CONACYT y/o internacionales (Master Journal List/Thomson Reuters) (máximo 95 puntos por artículo)	Autor por correspondencia o 1er. Autor	50
	Autor o 1er. Coautor	25
	Otros coautores	10

#### 8.2.2.3.1.2 Artículos y Ensayos Científicos Publicados en Revistas con Arbitraje No Incluidas en Índices

Se considerarán sólo artículos publicados en el año de evaluación. Podrán ser artículos que publiquen resultados de investigación de la temática del Centro o Instituto. Los comprobantes serán copias de la portada de la revista, el índice, la hoja donde se observe el año, número, volumen y el ISSN, además de la primera y última hoja del artículo, así como la página "legal" del colofón (esto último si el año de la portada y el real de publicación es diferente). No se aceptarán borradores o cartas de las revistas como comprobantes de publicación.

Cuadro 33. Artículos y ensayos científicos publicados en revistas con arbitraje, no incluidas en índices.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Artículos publicados en revistas científico-técnicas institucionales o internacionales (máximo 35 puntos)	Autor por correspondencia o 1er. Autor	20
	Autor o 1er. Coautor	10
	Otros coautores	5
b. Artículos publicados en revistas científico-técnicas no institucionales (máximo 18 puntos)	Autor	10
	Coautor	5
	Otro coautor	3

Para los rubros 1 y 2 se tomará como autor principal del artículo al autor por correspondencia por arriba del primer autor, siempre y cuando se describa en la publicación. De ser así, el primer

autor será considerado como primer coautor. En caso contrario, serán valorados de acuerdo al orden de aparición en el artículo.

#### 8.2.2.3.1.3 Artículos en Extenso o Resúmenes Ampliados Incluidos en Memorias de Reuniones Científico Técnicas

Se considerarán artículos en extenso las publicaciones en memorias que contengan: Título, Autores, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Referencias Bibliográficas en párrafos independientes de dos o más páginas, así como resúmenes ampliados<sup>1</sup> que muestren ser el resultado de investigaciones científicas. No se evaluarán resúmenes en memorias de menos de 250 palabras, “artículos” periodísticos, contribuciones o críticas literarias a otras obras, ejemplo: críticas de libros.

Los documentos comprobatorios serán la fotocopia del artículo completo, la portada de la memoria, que indique el tipo del evento, lugar y fecha de publicación, además de la hoja del programa, donde se observe la ponencia realizada. Para las publicaciones electrónicas se deberá anexar una copia en CD de la Memoria. No se tomarán en cuenta los documentos impresos que no contengan los logos del evento. Cuando el nombre del evento no indique el carácter del mismo, es decir, que no mencione si el evento es “internacional” o “nacional”, se considerará como local, independientemente de la institución que lo organice.

---

<sup>1</sup> Resumen ampliado = Texto de 250 palabras como mínimo a renglón seguido que incluye: título, autores, introducción, materiales y métodos, resultados y conclusiones.

Cuadro 34. Artículos en extenso o Resúmenes ampliados incluidos en memorias o en reuniones científico-técnicas.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. En extenso de dos o más cuartillas en memorias de evento internacional (máximo 30 puntos por evento)	Autor	10
	Coautor	5
b. En extenso de dos o más cuartillas en memorias de evento nacional (máximo 16 puntos por evento)	Autor	5
	Coautor	3
c. En extenso de dos o más cuartillas en memorias de evento local (máximo 9 puntos por evento)	Autor	3
	Coautor	1.5
d. En resumen ampliado de evento internacional con 250 palabras mínimo (máximo 8 puntos por evento)	Autor	3
	Coautor	1
e. En resumen ampliado (250 palabras como mínimo) de evento nacional, no participan seminarios, coloquios o talleres locales(máximo 6 puntos por evento)	Autor	2
	Coautor	1
f. En resumen ampliado (250 palabras como mínimo) de evento local (máximo 4 puntos por evento)	Autor	1
	Coautor	0.5

#### 8.2.2.3.1.4 Tesis Dirigidas o Asesoradas, Concluidas y Publicadas

Se evaluarán tesis dirigidas o asesoradas, que hayan sido concluidas y publicadas en el año de evaluación. Para validarse como dirección, el tema de tesis deberá estar relacionado con la temática del Centro o Instituto de Investigación correspondiente. Los comprobantes deberán contener la portada con el sello oficial y la hoja de firmas. No se aceptará como comprobante único el documento emitido por la Dirección General Académica (DGA) que indica fecha, lugar y hora del examen profesional, debido a que en ocasiones el examen se pospone o no se realiza en la fecha indicada.

Cuadro 35. Tesis Concluidas Licenciatura y Posgrado.

<b>GRADO ACADÉMICO</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Licenciatura (máximo 80 puntos)	Director o codirector	10
	Secretario	5
	Vocal	3
	Suplente	1
b. Maestría	Director o codirector	15
	Asesor	7
c. Doctorado	Director o codirector	25

	Asesor	12
	Lector externo	5

Las codirecciones de tesis de licenciatura son válidas solo para el caso de tesis externas, puesto que en la Universidad no está reconocida esta figura. Si es el caso, se le otorgará el puntaje de secretario al codirector. La participación de los investigadores en tesis conjuntas será considerada sola una vez.

#### 8.2.2.3.1.5 Participación en Arbitraje O Edición de Artículos Científicos, Libros o Proyectos de Investigación

Las actividades de arbitraje de artículos científicos, libros o proyectos, serán consideradas si los investigadores son miembros activos de los Centros o Institutos de Investigación, además de contar con el nombramiento oficial como árbitro de una revista científica o la constancia de pertenecer al comité evaluador de la publicación. El número de artículos científicos o proyectos arbitrados será limitado, además de que por cada arbitraje el investigador deberá de tener una constancia por la autoridad correspondiente, no se tomarán en cuenta si solo se presenta la solicitud del arbitraje o la respuesta del árbitro. El valor que tendrán estos productos se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 36. Arbitraje o edición de artículos científicos, libros o proyectos de investigación y participaciones como editores.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Arbitraje o edición de artículos para revistas incluidas en índices de excelencia (CONACyT y/o Master Journal List/Thomson Reuters)	Por artículo (máx. 50 puntos/año)	5
b. Arbitraje o edición de artículos para revistas arbitradas no incluidas en índices	Por artículo (máx. 30 puntos/año)	3
c. Arbitraje o edición de libros de editoriales de reconocido prestigio o institucionales	Local	5
	Nacional	7
	Internacional	10

d. Arbitraje de proyectos de investigación para financiamiento de dependencias internacionales (FAO, UPOV, UNESCO, etc.)	Por proyecto	7
e. Arbitraje de proyectos de investigación para financiamiento de dependencias nacionales, o regionales (CONACYT, CONABIO, SAGARPA, COFUPRO, COLPOS, etc.)	Por proyecto	5
f. Editor principal de revistas científicas incluidas en índices de excelencia (CONACyT y/o Master Journal List/Thomson Reuters)	Por revista	25
g. Editor principal de revistas científicas arbitradas no incluidas en índices de excelencia	Por revista	12
h. Participación en comités editoriales de revistas científicas	Por revista	5

#### 8.2.2.3.1.6 Otras Publicaciones Impresas o Electrónicas publicadas como primera edición con registro ISBN

Todo libro publicado deberá mostrar la clave ISBN, número de la edición, editorial, año de publicación, nombre(s) del(os) autor(es) y tiraje. Se aceptaran compilaciones de artículos técnicos o socioeconómicos, derivados de los proyectos de los Centros o Institutos de Investigación, si éstos se derivan de un evento científico, deberá haber una selección, arbitraje y edición de los temas publicados, si no es así, se tomarán como memorias. Para la evaluación se requiere, que la temática del libro esté relacionada con las líneas de investigación del Centro o Instituto de Investigación respectivo.

Se aceptarán como comprobantes los volúmenes de libros o al menos lo siguiente: copias de portada, hoja legal e índice completo del contenido. No se aceptarán borradores de libro o documentos que avalan que el libro está en proceso de publicación, o si el registro ISBN está en trámite. Para el caso de capítulos, además de los comprobantes anteriores, deberán presentar la primera página del capítulo.

Los libros editados por un DEIS, División, Centro o Instituto de Investigación sujetos a evaluación, deberán estar aprobados por el Comité Universitario de Publicaciones (CUP), aunque la publicación se realice en una editorial externa. De no contar con la validación del CUP, su valor será del 50 %. Los libros en formato digital se tomarán en cuenta si y solo si cumplen con el requisito de clave ISBN, y que sea(n) publicado(s) con apoyo (auspicio, producción, aprobación, etc.) expreso de una organización editorial (comercial o institucional), que presente el año de publicación y los nombres de los autores. El valor para estos productos será el siguiente:

Cuadro 37. Otras publicaciones impresas o electrónicas publicadas como primera edición con registro ISBN2.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Libros técnicos o socioeconómicos (máximo 85 puntos por libro)	Autor	50
	1er. Coautor	25
	Otros coautores	10
b. Capítulos de libros técnicos o socioeconómicos (máximo 18 puntos por capítulo)	Autor	10
	1er. Coautor	5
	Otros coautores	3
c. Compilaciones o ediciones de artículos o capítulos en libros técnicos o socioeconómicos (máximo 20 puntos)	Coordinador	10
	Colaborador	5
d. Compilaciones o ediciones de artículos o capítulos en memorias de eventos científicos (máximo 20 puntos)	Compilador o editor	5

#### 8.2.2.3.1.7 Manuales Técnicos, Folletos y Trípticos de divulgación derivados de proyectos de investigación

Un manual técnico describe las técnicas, métodos y secuencias, que se deben efectuar en los procesos productivos, en el manejo de equipos, operación de máquinas, software, etc. Su contenido debe ser un producto directo y original de la investigación de uno o más integrantes del

<sup>2</sup> Las reimpressiones o reediciones de libros con título o contenido similar tendrán un valor del 20 % del puntaje con relación a los libros nuevos. Éstas podrán ser evaluadas en una sola ocasión, en caso de ser versión corregida o aumentada se procederá a la revisión nuevamente.

Centro o Instituto de Investigación. Los documentos comprobatorios deberán ser presentados en la portada donde esté inscrito el nombre el autor o autores y el año de la publicación, así como el índice o contenido completo y el colofón. En dicha publicación se hará referencia en créditos al Centro o Instituto correspondientes, así como a la UACH. Los manuales de prácticas de campo o laboratorio de cursos curriculares, así como informes finales o parciales de resultados de proyectos internos o externos, no serán valorados.

Los folletos o trípticos deberán difundir los resultados de investigación de los Centros o Institutos o de sus integrantes, serán dirigidos a técnicos, productores y/o estudiantes. Los folletos deberá presentarse como comprobante el folleto original, o al menos una copia de la portada, donde aparezca el año y número de edición, el índice, la primera hoja del texto y la del colofón, contener un máximo de 50 hojas, debe de aparecer (los) nombre (s) del (os) autor (es), el año de publicación y el nombre del Centro o Instituto de Investigación en el que esté (n) adscrito (s) el (los) autores, el tiraje debe ser superior a 100 ejemplares. Los trípticos de divulgación deberán presentarse en original, contener el o los nombres de los autores, el año de su publicación e indicar el evento para el que fueron realizados.

Serán aprobadas únicamente publicaciones originales; i.e., no serán valoradas segundas ediciones ni aquellas que modifiquen su contenido de manera parcial en relación a la original (menos del 50 %). La puntuación que se asignará será la siguiente.

Cuadro 38. Manuales, folletos y trípticos de divulgación.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Manuales técnicos de nueva creación con índice y más de 50 páginas (máximo 45 puntos por manual)	Autor	25
	1er. Coautor	15
	Otros coautores	5

b. Folletos de 50 o menos páginas (máximo 25 puntos por folleto)	Autor	15
	Coautor	10
c. Trípticos como difusión de resultados de investigación (máximo 5 trípticos)	Por tríptico	3

#### 8.2.2.3.1.8 Eventos Científicos

La participación de miembros activos de Centros o Institutos de Investigación en la organización y/o presentación de ponencias de trabajos técnicos o científicos, será considerada para la evaluación de productividad en las categorías internacional, nacional o local y los eventos organizados por la DGIP (Demostración de Campo y Semana Nacional de Ciencia y Tecnología). Para avalar la participación, como miembro de comité organizador o ponente, deberá presentar la constancia oficial del evento, con nombre y título de ponencia. Las ponencias deberán versarse a algún proyecto de investigación registrado en la DGIP y ajustarse a la línea de investigación. El puntaje se otorgará sólo una vez por cada ponencia, no por autor. Si el ponente es un alumno, colaborador o tesista, el puntaje se le otorgará al investigador titular del proyecto, siempre que su nombre este plasmado en la constancia. La puntuación que será la siguiente:

Cuadro 39. Eventos científicos.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Internacionales	Organización	15
	Conferencia magistral	10
	Ponente	7
b) Nacionales	Organización	10
	Conferencia magistral	7
	Ponente	5
c) Locales	Organizador	5
	Ponente (por ponencia)	3
e) Demostración de Campo de la UACH	Organización	7
	Ponente o instructor (una o más ponencias)	5
	Colaborador	3
f) Semana Nacional de Ciencia y	Organización	7

Tecnología	Expositor	5
	Ponente (una o más ponencias)	3

#### 8.2.2.3.1.9 Participación en Comisiones de la Dirección General de Investigación y Posgrado

Las comisiones encomendadas por la DGIP a miembros de Centros o Institutos de Investigación, serán consideradas para la evaluación de productividad. Cada participación deberá ser avalada por escrito por la DGIP, siempre y cuando dicha comisión haya sido efectuada adecuadamente. No se consideran como comisiones: a) la Coordinación de Centros o Institutos de Investigación, b) la participación en el Comité de Servicio, c) Coordinación de Línea de Investigación o d) la organización de eventos relacionados con los Centros o Institutos.

Se tomarán en cuenta los arbitrajes de artículos para ponencias en eventos científicos y las revisiones de proyectos de investigación solicitados por la DGIP, al margen de la evaluación de proyectos de cada Centro o Instituto. Los comprobantes de cada participación deberán estar firmados por el Director General de Investigación y Posgrado o el Subdirector General de Investigación. El puntaje a obtener se describe a continuación:

Cuadro 40. Participación en comisiones asignadas o aprobadas por la DGIP.

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	PUNTOS
a. Eventos organizados por la DGIP (evaluaciones de proyectos, foros, talleres y comisiones)	Por evento o comisión cumplida	10
b. Arbitrajes o dictámenes de proyectos de investigación	Por proyecto evaluado	5
c. Arbitraje de ponencias para asistencia a foros	Por ponencia arbitrada	3

#### 8.2.2.3.1.10 Productos de Investigación con protección legal

Para considerarse en la evaluación, se permitirán patentes o registros oficiales concluidos, mostrando el comprobante correspondiente de autoridad competente con categoría mínima de

nivel nacional; i.e., no se aceptarán oficios de alguna autoridad universitaria. El documento deberá indicar con claridad el bien o servicio registrado o patentado, el año de registro y autor o autores de dichos bienes o servicios. Para el caso de descriptores varietales, deberán presentar copias de la portada, hoja legal donde se aprecie el año, autor(es) y el ISBN, así como el contenido y el colofón.

Cuadro 41. Productos de investigación con protección legal.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Desarrollo tecnológico o experimental con registro en el IMPI	Por desarrollo <sup>3</sup>	hasta 200
b. Derecho de obtentor de variedades vegetales	Por variedad <sup>3</sup>	hasta 200
c. Registro de variedades en el CNVV/SNICS	Por variedad	50
d. Desarrollo de descriptores varietales aprobados en el SNICS, UPOV o Biodiversity	Por variedad	100
e. Registro de organismos, secuencias de ADN en bancos de información científica (GenBank u otros)	Por registro (máximo 50 puntos)	1

#### 8.2.2.3.1.11 Divulgación Científica y Tecnológica

Con el objetivo de que exista una amplia difusión de investigación y ésta llegue a un gran número de usuarios, se evaluará la producción de “spots”, entrevistas o documentales en televisión y radio, así como la generación de videos de divulgación científica, y otros productos audiovisuales cuya emisión sea comprobable. De igual forma se considerarán los artículos o notas técnicas publicadas en revistas de divulgación o periódicos nacionales. Estos productos de divulgación, deberán necesariamente, mostrar los resultados de los proyectos de investigación registrados en la DGIP y apegarse a las líneas de investigación, o bien promover las actividades inherentes a la investigación desarrollada en la UACH. La participación de investigadores en paneles de

---

<sup>3</sup> La DGIP evaluará cada rubro y asignará el puntaje pertinente, de acuerdo a las características del registro.

expertos, será considerada como entrevista. Los comprobantes deberán necesariamente indicar el sitio donde fueron difundidos. El valor de estos productos será el siguiente:

Cuadro 42. Divulgación científica y tecnológica.

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	PUNTOS
a) Programa de radio	Spot	3
	Entrevista	5
	Documental	15
b) Programas de televisión	Spot	5
	Entrevista	10
	Documental	30
c) Producción de videos de divulgación científica (máximo 50 puntos)	De 10-15 min.	10
	De 15-30 min.	20
	> 30 min.	30
d) Publicación de artículos en revistas de divulgación técnica o socioeconómica sin arbitraje o notas en periódicos de circulación nacional	Por artículo (máximo 15 puntos)	3

#### 8.2.2.3.1.12 Impacto Social O Comunitario

Este concepto es muy importante ya que constituye en gran medida la vinculación que los investigadores de la UACH están logrando con los usuarios de la investigación. Aquellos Centros o Institutos de Investigación que desarrollen proyectos de este tipo, podrán solicitar a la DGIP la evaluación correspondiente, de acuerdo a la normatividad vigente. Para ello se deberá indicar el nivel en el cual se desarrolla el proyecto y el número aproximado de personas beneficiadas; así como una descripción detallada de las actividades desarrolladas en el año de evaluación, considerando fechas, lugares, tipo de evento (curso, taller, plática, demostración, etc.), número de asistentes y nombre del o los instructores.

Además del oficio de la autoridad competente, de acuerdo al nivel donde se desarrolló el proyecto, se deberá indicar el periodo de realización del mismo. Los documentos a presentar

serán los listados con firmas de los beneficiarios para cada una de las actividades realizadas y evidencias impresas y fotográficas de las mismas (carteles, trípticos o posters alusivos al evento). No se someterán a evaluación los proyectos que no presenten las evidencias antes indicadas u otras que demuestren su ejecución o el simple oficio de la autoridad competente. El puntaje será asignado por proyecto, no por integrante, i.e., si un proyecto se desarrolla por dos investigadores, el puntaje se dividirá entre dos, de acuerdo a la siguiente puntuación:

Cuadro 43. Impacto social y comunitario.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
12. Impacto social o comunitario: impacto productivo, económico o social por proyecto o desarrollo tecnológico	Nivel Localidad	10
	Nivel Municipal (dos a cinco municipios)	20
	Nivel Estatal (seis o más municipios)	30
	Nivel regional (dos a cinco estados)	40
	Nivel Nacional o Internacional (seis o más estados)	50

#### 8.2.2.3.1.13 Distinciones

Las distinciones serán reconocimientos que en materia de investigación reciben los investigadores de los Centros o Institutos de Investigación concedidos por instituciones, dependencias, u organismos. Las distinciones serán consideradas cuando se otorguen en el año de evaluación y no por el período, excepto la del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) que será valorado anualmente. Éstas deberán especificar el motivo del reconocimiento y no se deben confundir con asesorías especializadas que se abordan en el siguiente rubro. En caso de que se presente más de una distinción por el mismo concepto, sólo podrá ser valorada una vez, donde se haya obtenido el mayor puntaje. No se aceptarán como distinciones aquellas que se otorguen por aniversarios, antigüedad, actividades académicas o por ser integrante de un Centro, Instituto, División o DEIS.

Cuadro 44. Distinciones.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Organismos Internacionales (FAO, ONU, CGIAR, UPOV, UNESCO, OMC, CEPAL o equivalentes)	Por distinción	50
b. CONACyT/SNI	Por año	40
c. Nacional (SAGARPA, CONABIO, SEP, Otras Dependencias Federales, Instituciones con carácter nacional en México o el extranjero)	Por distinción	30
d. De dependencias de los gobiernos de los estados, Direcciones Generales de la UACH o de otras instituciones estatales o regionales	Por distinción	15
e. De Municipios; Departamentales o sectoriales de la UACH (DEIS, Divisiones, Unidades Regionales)	Por distinción	5
f. En eventos científicos	Por distinción	5

8.2.2.3.1.14 Asesorías Especializadas y Comisiones Técnicas no remuneradas relacionadas con la temática del Centro o Instituto de Investigación

Las asesorías especializadas son trabajos no remunerados relacionados con las líneas de investigación o la temática del Centro o Instituto de Investigación, que se realizan por petición de una institución para un fin y por un tiempo determinado, además de la constancia por pertenecer a alguna comisión o realizar un trabajo se debe demostrar que dicho trabajo o comisión realmente se realizó en forma total o parcial con avances relevantes en el año en evaluación.

Serán válidas las conferencias, pláticas o demostraciones a grupos de alumnos, productores o técnicos fuera de un evento científico. No será considerada la pertenencia a una sociedad científica a menos que se demuestre que se realizó una tarea de organización trascendente, a criterio de la DGIP. Se consideraran las asesorías para investigación, sin embargo cuando sean aspectos académicos o administrativos no serán tomadas en cuenta. No se consideran los Cursos o Talleres de capacitación, donde los instructores reciban una retribución monetaria por el servicio profesional ejercido.

Para cada instancia, se otorgará el puntaje una vez por año, aunque la asesoría sea distinta. Si se presentan constancias a diferente nivel por la misma asesoría, se valorará únicamente la que represente el mayor puntaje para el investigador. Las constancias otorgadas por instituciones extranjeras distintas o de menor jerarquía a las que se enlistan en el formato, serán consideradas en el inciso 14 b o 14 c, dependiendo de la instancia que lo emita. La puntuación será la que se indica a continuación:

Cuadro 45. Asesorías especializadas.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
a. Organismos Internacionales (FAO, ONU, CGIAR, UPOV, UNESCO, OMC, CEPAL o equivalentes)	Por año vigente	15
b. Nacional (CONACYT, SEP, Dependencias Federales, Universidades nacionales o extranjeras)	Por año vigente	10
c. De dependencias de los gobiernos de los estados, Direcciones Generales de la UACH o de otras instituciones estatales o regionales	Por año vigente	5
d. De Municipios; Departamentales o sectoriales de la UACH (DEIS, Divisiones, Unidades Regionales)	Por año vigente	3

#### 8.2.2.3.1.15 Proyectos Externos relacionados a demandas del sector agropecuario y forestal nacional

Los investigadores que estén trabajando proyectos con financiamiento externo que demuestren que están cubriendo una demanda del sector agropecuario y forestal, de acuerdo a las convocatorias de Fondos Mixtos (CONACYT), Fondos sectoriales, de Innovación y Transferencia de Tecnología (Fundaciones Produce), SAGARPA, CONAFOR, SEDESOL o de otro organismo gubernamental nacional que sean administrados en la DGIP o en las Unidades Regionales, recibirán el puntaje siguiente:

Cuadro 46. Proyectos relacionados a demandas del sector agropecuario y forestal nacional.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Proyectos externos registrados en la DGIP que demuestren que están cubriendo una demanda del sector agropecuario y forestal nacional, de acuerdo a las convocatorias de Fondos Mixtos (CONACyT), Fondos sectoriales (Fundaciones PRODUCE), SAGARPA, CONAFOR, CONABIO, SEMARNAT, SEDESOL, etc.	Por proyecto con monto menor a 100*	10
	Por proyecto con monto de 100-499*	20
	Por proyecto con monto de 500-999*	30
	Por proyecto con monto de 1-3**	40
	Por proyecto con monto superior a 3**	50

\*miles de pesos

\*\*millones de pesos

El puntaje para este rubro se otorgará por el monto ejercido en el año de evaluación, no por el monto total asignado al proyecto, i.e., el puntaje se otorgará por año de vigencia del proyecto.

Para los proyectos donde participen varios investigadores de la UACH, el puntaje será dividido equitativamente de acuerdo al número de integrantes en el mismo.

#### 8.2.2.3.1.16 Sanciones

Los comprobantes de productividad sólo podrán ser presentados en un Centro o Instituto. Si se comprueba que un profesor presentó la misma documentación por duplicado, se anulará la productividad en los dos Centros o Institutos donde sea miembro, y no podrá recibir financiamiento en ese año. Si la duplicidad es parcial, se le considerará en uno de los dos Centros o Institutos, dependiendo de la temática.

#### 8.2.2.3.1.17 Asuntos No Previstos

Lo no previsto en estas normas será resuelto por la DGIP, con la asesoría del Consejo General de Investigación. En estos asuntos no previstos pueden resolverse dudas y cuestiones de cualquier índole, relacionadas con la investigación de los centros o Institutos de la UACH.