

* Metodología propuesta para la distribución del presupuesto del fondo U040 entre las IES

Universidad de Colima

* **Indicadores acordados para medir la productividad por IES:**

- * I1. Total PTC en el SNI (PTC)
- * I2. Total PTC con Perfil Deseable (PD)
- * I3. Total de CAC y CAEC (CAC)
- * I4. Total de revistas indizadas SCOPUS (RI)
- * I5. Total de PE en el PNPC (PNPC)
- * I6. PE de Calidad (PECA)
- * I7. Matrícula de calidad (Matric)

Estandarización de la información de las IES

- Para hacer una comparación justa cada indicador se divide por el numero total de PTC de cada IES.
- Esto permitirá obtener la productividad de cada IES por profesor.
- Una vez obtenida la productividad por profesor se obtendrá la productividad por IES y posteriormente se realiza la distribución del recurso en forma proporcional a la productividad.

Estandarización de los valores con relación a la unidad

- Al dividir cada indicador entre el total de PTC de las IES se obtienen **valores entre 0 y 1** con excepción de los indicadores Total revistas indizadas (promedio de revistas por PTC) SCOPUS y Matricula de calidad (promedio de estudiantes por PTC).
- Para que todos los indicadores estén en la escala de 0 a 1. El total de revistas indizadas SCOPUS y Matricula de calidad, también se dividen sobre la suma total de este indicador que se obtiene en las 34 IES.
- Con esto se tienen a los 7 indicadores en una escala de 0 a 1 y valores cercanos a 1 indican mayor productividad por PTC en cada IES.

Correlación entre los 7 indicadores.

	SIN	PD	CAC	RI	PNPC	PECA	Matric	Varianza
SIN	1.000	0.547	0.788	0.879	0.778	0.090	-0.210	0.00999
PD		1.000	0.638	0.390	0.469	0.441	0.163	0.01611
CAC			1.000	0.668	0.606	0.120	-0.203	0.01168
RI				1.000	0.657	0.056	-0.216	3.78E-04
PNPC					1.000	0.109	-0.098	3.59E-04
PECA						1.000	0.640	1.27E-03
Matric							1.000	2.57E-04

Dada la alta correlación entre los indicadores es apropiado usar algún método para reducir la dimensión de los datos y formar variables no correlacionadas.

Análisis de componentes principales (ACP)

- El propósito del ACP es reducir el número de variables de interés a un número mas pequeño de componentes.
- ACP analiza la variabilidad total de las variables originales y reorganiza estas en un nuevo conjunto de variables llamadas componentes principales (CP) que puede ser igual al número de variables originales.
- Es decir, a partir de un conjunto de variables originales correlacionadas el ACP extrae un conjunto de CP (nuevas variables) no correlacionadas.

- Cada componente principal es una combinación lineal ponderada de las variables originales.
- Es decir, si tenemos 7 variables correlacionadas I_1 - I_7 , cada CP es la suma de cada variable original multiplicado por su peso (el peso de cada variable es diferente en cada CP).

$$CP_1 = a_{11} * I_1 + a_{12} * I_2 + a_{13} * I_3 + a_{14} * I_4 + a_{15} * I_5 + a_{16} * I_6 + a_{17} * I_7$$

$$CP_2 = a_{21} * I_1 + a_{22} * I_2 + a_{23} * I_3 + a_{24} * I_4 + a_{25} * I_5 + a_{26} * I_6 + a_{27} * I_7$$

$$CP_i = a_{i1} * I_1 + a_{i2} * I_2 + a_{i3} * I_3 + a_{i4} * I_4 + a_{i5} * I_5 + a_{i6} * I_6 + a_{i7} * I_7$$

- Respecto a los nuevos componentes:
 - Ellos son independientes
 - Ellos decrecen en la cantidad de variabilidad que explican de las variables originales

- El primer componente captura la mayor parte de la variabilidad total, el segundo componente captura la segunda parte de la variabilidad total y así sucesivamente.
- Solamente los primeros componentes son retenidos para su estudio (reducción de la dimension).
- Como los primeros componentes capturan la mayor parte de la variabilidad comunmente sobre ellos se enfoca nuestro interés.
- Un criterio para determinar el número de CP a retener es que estos expliquen al menos el 80% de la variabilidad total.

Métodos propuestos

Un índice de productividad basado en ACP

Dos métodos de asignación de los recursos

- ACP-Normal*
- ACP-Sin supuestos

Implementación de los métodos se hizo en el paquete estadístico R 2014.

* Considerando normalidad en los datos

Método ACP-Normal

1. Se aplico PCA sobre los 7 indicadores en escala de 0 a 1.

2. Se retuvieron dos componentes principales que explican el 90.98% de la variabilidad total. **Criterio:** retener a los componentes principales que expliquen una variabilidad de al menos el 80%.

explica 73.60%, explica el 17.38% de la variabilidad total. .

Método ACP-Normal

3. Se procede a calcular el Índice de productividad por PTC con

$$IPacp_i = \frac{\sum_{h=1}^2 CP_{hi} \sqrt{Var(CP_h)}}{\sum_{h=1}^2 \sqrt{Var(CP_h)}}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

$$IPacp_i = \frac{CP_{1i} \sqrt{Var(CP_1)} + CP_{2i} \sqrt{Var(CP_2)}}{\sqrt{Var(CP_1)} + \sqrt{Var(CP_2)}}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

Abreviaturas utilizadas para esta presentación.

Universidad	Clave	No
Universidad Autónoma de Aguascalientes	UAA	1
Universidad Autónoma de Baja California	UABC	2
Universidad Autónoma de Baja California Sur	UABCS	3
Universidad Autónoma de Campeche	UACam	4
Universidad Autónoma del Carmen	UACa	5
Universidad Autónoma de Coahuila	UACo	6
Universidad de Colima	UdC	7
Universidad Autónoma de Chiapas	UACHia	8
Universidad Autónoma de Chihuahua	UACH	9
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	UACJ	10
Universidad Juárez del Estado de Durango	UJED	11
Universidad de Guanajuato	UG	12
Universidad Autónoma de Guerrero	UAGue	13
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	UAEH	14
Universidad de Guadalajara	UdeG	15
Universidad Autónoma del Estado de México	UAEM	16
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	UMSNH	17

Abreviación de las IES

Universidad Autónoma del Estado de Morelos	UAEM	18
Universidad Autónoma de Nayarit	UAN	19
Universidad Autónoma de Nuevo León	UANL	20
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	UABJO	21
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	BUAP	22
Universidad Autónoma de Querétaro	UAQ	23
Universidad de Quintana Roo	UAQroo	24
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	UASLP	25
Universidad Autónoma de Sinaloa	UAS	26
Instituto Tecnológico de Sonora	ITS	27
Universidad de Sonora	US	28
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	UJAT	29
Universidad Autónoma de Tamaulipas	UATam	30
Universidad Autónoma de Tlaxcala	UATla	31
Universidad Veracruzana	UV	32
Universidad Autónoma de Yucatán	UAY	33
Universidad Autónoma de Zacatecas	UAZ	34

Cálculos del IPacp

Univ	CP1	SD.CP1	CP2	SD.CP2	CP1*SDCP1	CP1*SDCP1	Sum	IPacp
1	0.0812	0.1692	-0.0185	0.0822	0.0137	-0.0015	0.0122	0.0486
2	0.0315	0.1692	-0.0555	0.0822	0.0053	-0.0046	0.0008	0.0030
3	-0.2034	0.1692	0.0525	0.0822	-0.0344	0.0043	-0.0301	-0.1198
4	-0.1851	0.1692	0.0937	0.0822	-0.0313	0.0077	-0.0236	-0.0939
5	-0.0097	0.1692	-0.0867	0.0822	-0.0016	-0.0071	-0.0088	-0.0349
6	-0.2053	0.1692	0.0204	0.0822	-0.0347	0.0017	-0.0331	-0.1315
7	0.2314	0.1692	-0.0214	0.0822	0.0391	-0.0018	0.0374	0.1487
8	-0.1449	0.1692	0.0340	0.0822	-0.0245	0.0028	-0.0217	-0.0864
9	-0.0853	0.1692	-0.1068	0.0822	-0.0144	-0.0088	-0.0232	-0.0923
10	0.1613	0.1692	-0.0452	0.0822	0.0273	-0.0037	0.0236	0.0938
11	-0.0613	0.1692	0.0067	0.0822	-0.0104	0.0006	-0.0098	-0.0391
12	0.2231	0.1692	0.0904	0.0822	0.0377	0.0074	0.0452	0.1797
13	-0.0904	0.1692	-0.0143	0.0822	-0.0153	-0.0012	-0.0165	-0.0655
14	0.1571	0.1692	0.0030	0.0822	0.0266	0.0002	0.0268	0.1067
15	0.0702	0.1692	-0.0944	0.0822	0.0119	-0.0078	0.0041	0.0164
16	0.0591	0.1692	0.0532	0.0822	0.0100	0.0044	0.0144	0.0571
17	0.0007	0.1692	0.1253	0.0822	0.0001	0.0103	0.0104	0.0415

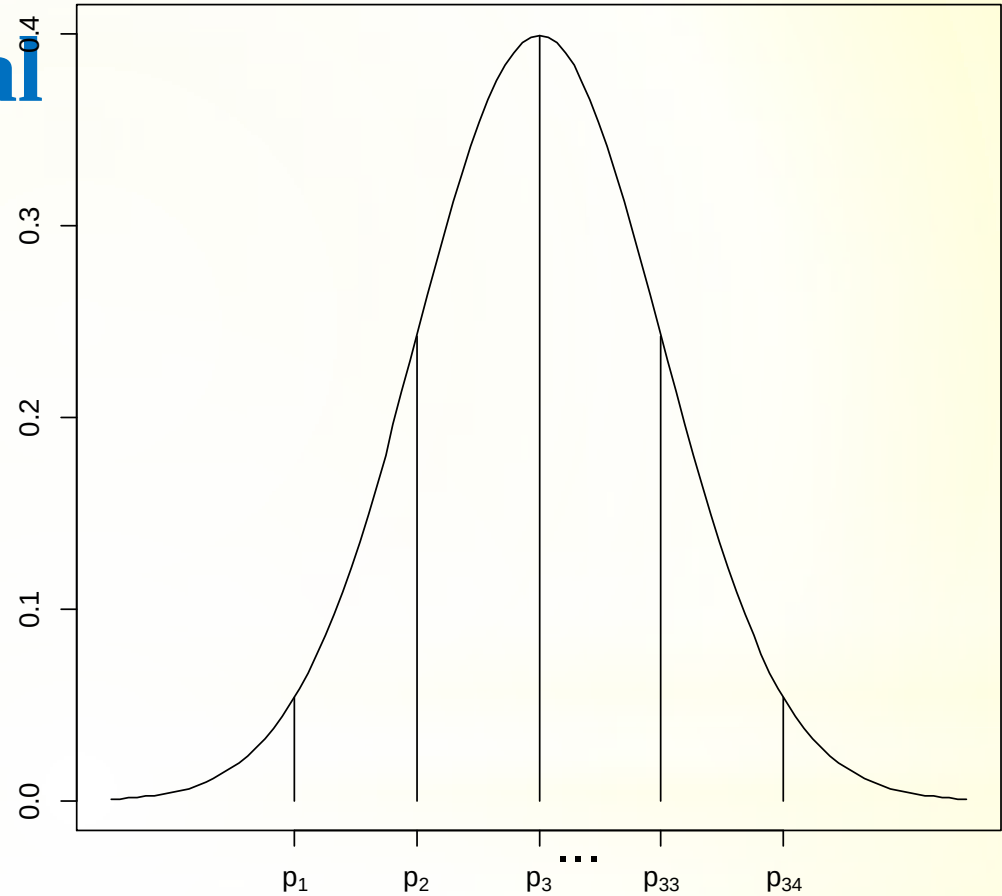
Cálculos del IPacp

18	0.4260	0.1692	0.1384	0.0822	0.0721	0.0114	0.0834	0.3319
19	-0.1310	0.1692	-0.0871	0.0822	-0.0222	-0.0072	-0.0293	-0.1167
20	-0.0339	0.1692	0.0239	0.0822	-0.0057	0.0020	-0.0038	-0.0150
21	-0.3511	0.1692	0.0922	0.0822	-0.0594	0.0076	-0.0518	-0.2061
22	0.0897	0.1692	0.0394	0.0822	0.0152	0.0032	0.0184	0.0733
23	0.1618	0.1692	0.0536	0.0822	0.0274	0.0044	0.0318	0.1265
24	0.2891	0.1692	-0.0702	0.0822	0.0489	-0.0058	0.0431	0.1716
25	0.1697	0.1692	0.0531	0.0822	0.0287	0.0044	0.0331	0.1316
26	-0.0847	0.1692	-0.0181	0.0822	-0.0143	-0.0015	-0.0158	-0.0629
27	0.0574	0.1692	-0.2889	0.0822	0.0097	-0.0237	-0.0140	-0.0558
28	-0.0100	0.1692	0.0189	0.0822	-0.0017	0.0016	-0.0001	-0.0005
29	-0.2024	0.1692	-0.0381	0.0822	-0.0342	-0.0031	-0.0374	-0.1486
30	-0.1729	0.1692	-0.1096	0.0822	-0.0293	-0.0090	-0.0383	-0.1522
31	-0.2566	0.1692	0.0913	0.0822	-0.0434	0.0075	-0.0359	-0.1428
32	-0.0987	0.1692	0.0190	0.0822	-0.0167	0.0016	-0.0151	-0.0602
33	0.1335	0.1692	0.0073	0.0822	0.0226	0.0006	0.0232	0.0923
34	-0.0162	0.1692	0.0384	0.0822	-0.0027	0.0032	0.0004	0.0016

* Ranking de productividad por PTC basado en ACP

Uni	PTC	IPacp	Uni	PTC	IPacp
UABJO	259	-0.20611	US	1006	-0.00051
UATam	1068	-0.15223	UAZ	954	0.001639
UJAT	998	-0.14863	UABC	1387	0.003049
UATla	617	-0.1428	UdeG	3579	0.016401
UACo	741	-0.13151	UMSNH	1177	0.041473
UABCS	199	-0.11976	UAA	386	0.048576
UAN	726	-0.11667	UAEM	1370	0.057144
UACam	270	-0.0939	BUAP	1957	0.073264
UACH	733	-0.09232	UAY	796	0.092258
UACHia	744	-0.08641	UACJ	745	0.093806
UAGue	854	-0.06553	UAEH	752	0.106685
UAS	1236	-0.06295	UAQ	527	0.126456
UV	2090	-0.06021	UASLP	853	0.131567
ITS	267	-0.05581	UdC	490	0.148749
UJED	398	-0.03906	UAQroo	174	0.171582
UACa	240	-0.03491	UG	863	0.179725
UANL	2740	-0.015	UAEM	504	0.331943

Método ACP-Normal



4. Productividad relativa por PTC

$$PRpca_i = pnorm[IPacp_i, mean(IPacp), sd(IPacp)]$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

Método ACP-Normal

H0: Los datos del IPacp son normales

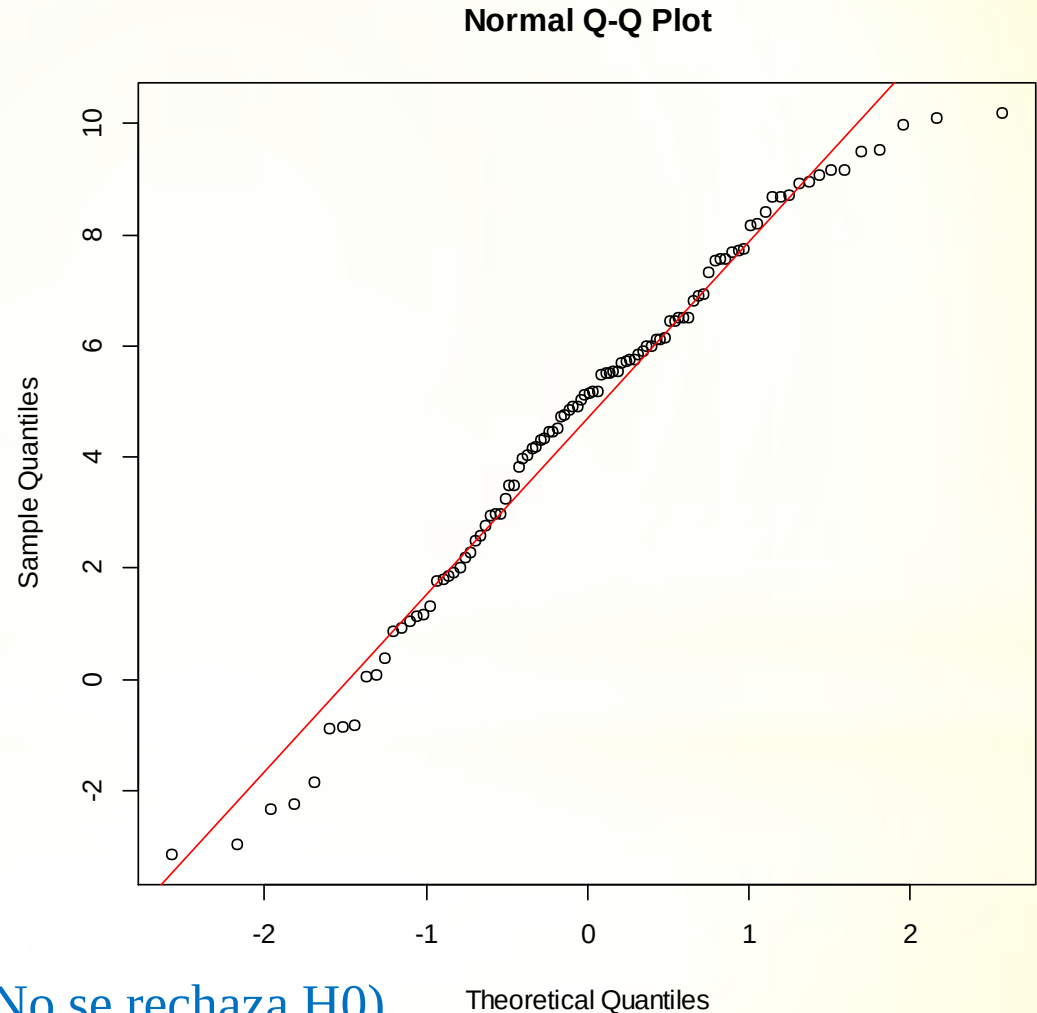
Ha: Los datos del IPacp no son normales

Shapiro-Wilk normality test

data: Score

$W = 0.9679$, $p\text{-value} = 0.4069$ (No se rechaza H0).

Criterio de decisión: Si $p\text{-value} < 0.05$ Rechazo H0.



Método ACP-Normal

5. Productividad por IES con

$$PIESacp_i = PRacp_i * Total\ PTC; \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

6. Productividad relativa por IES

$$PRIESacp_i = \frac{PIESacp_i}{\sum_{i=1}^{34} PIESacp_i}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, 34$$

7. Recursos por IES

$$Ingreso_IESacp_i = PRIESacp_i * 384,093,462; \quad i = 1, 2, \dots, 34$$

Método ACP-No supuestos

Los pasos del 1 al 3 son idénticos al ACP-Normal

4. Se ordenan los IPacp de cada IES ($S_{(1)}, \dots, S_{(34)}$)

5. A $S_{(1)}$, se le asigna un presupuesto P_1 por unidad de profesor.

6. Al score $S_{(2)}$ se le asigna el presupuesto

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{(2)} - S_{(1)}}{|S_{(1)}|} P_1 = \left(1 + \frac{S_{(2)} - S_{(1)}}{|S_{(1)}|} \right) P_1.$$

En general

$$P_i = \left(1 + \frac{S_{(i)} - S_{(1)}}{|S_{(1)}|} \right) P_1, i = 2, \dots, 34. \quad (1)$$

Método ACP-No supuestos

7. Como el presupuesto total es B y cada universidad tiene n_i profesores entonces el valor de x_i está dado por

8. Usando la eq (1) los presupuestos para las universidades quedan determinados por

Resultados

Uni	PTC	IPacp	Histórico	PCA-Normal	PCA-SS
1 UAA	386	0.0486	\$5,334,265.00	\$6,214,295.60	\$5,217,927.00
2 UABC	1387	0.0030	\$8,869,903.00	\$17,294,942.60	\$16,896,888.00
3 UABCS	199	-0.1198	\$1,355,927.00	\$761,438.20	\$1,707,347.00
4 UACam	270	-0.0939	\$1,419,012.00	\$1,415,330.90	\$2,521,276.00
5 UACa	240	-0.0349	\$1,554,361.00	\$2,254,296.30	\$2,656,473.00
6 UACo	741	-0.1315	\$4,586,689.00	\$2,426,718.00	\$6,102,009.00
7 UdC	490	0.1487	\$7,275,196.00	\$10,715,664.10	\$8,063,761.00
8 UACHia	744	-0.0864	\$4,881,625.00	\$4,243,071.80	\$7,111,045.00
9 UACH	733	-0.0923	\$4,790,365.00	\$3,912,645.90	\$6,878,950.00
10 UACJ	745	0.0938	\$6,367,001.00	\$14,296,630.60	\$11,059,392.00
11 UJED	398	-0.0391	\$3,342,281.00	\$3,609,418.90	\$4,356,953.00
12 UG	863	0.1797	\$11,120,489.00	\$19,718,115.00	\$14,986,340.00
13 UAGue	854	-0.0655	\$5,886,679.00	\$6,062,859.20	\$8,685,612.00
14 UAEH	752	0.1067	\$10,012,598.00	\$14,987,721.70	\$11,447,439.00
15 UdeG	3579	0.0164	\$39,090,096.00	\$48,536,535.20	\$45,002,487.00
16 UAEM	1370	0.0571	\$13,124,345.00	\$22,928,675.20	\$18,863,940.00
17 UMSNH	1177	0.0415	\$13,135,980.00	\$18,309,988.20	\$15,665,359.00

Resultados

18	UAEM	504	0.3319	\$8,612,553.00	\$12,284,853.40	\$11,002,789.00
19	UAN	726	-0.1167	\$2,035,129.00	\$2,890,093.80	\$6,294,607.00
20	UANL	2740	-0.0150	\$22,720,601.00	\$30,113,315.60	\$31,928,472.00
21	UABJO	259	-0.2061	\$1,493,358.00	\$261,338.40	\$1,566,028.00
22	BUAP	1957	0.0733	\$22,893,072.00	\$34,979,373.20	\$27,871,951.00
23	UAQ	527	0.1265	\$5,819,393.00	\$11,031,686.80	\$8,327,996.00
24	UAQroo	174	0.1716	\$1,906,544.00	\$3,936,651.50	\$2,980,010.00
25	UASLP	853	0.1316	\$9,507,266.00	\$18,054,243.00	\$13,607,573.00
26	UAS	1236	-0.0629	\$7,995,902.00	\$9,000,898.80	\$12,664,251.00
27	ITS	267	-0.0558	\$1,814,667.00	\$2,082,394.60	\$2,791,613.00
28	US	1006	-0.0005	\$10,664,455.00	\$12,250,109.60	\$12,150,366.00
29	UJAT	998	-0.1486	\$6,060,849.00	\$2,568,520.10	\$7,717,084.00
30	UATam	1068	-0.1522	\$7,303,436.00	\$2,607,397.00	\$8,145,737.00
31	UATla	617	-0.1428	\$2,547,223.00	\$1,727,076.00	\$4,876,530.00
32	UV	2090	-0.0602	\$14,430,944.00	\$15,630,935.30	\$21,582,436.00
33	UAY	796	0.0923	\$9,216,120.00	\$15,200,895.90	\$11,780,332.00
34	UAZ	954	0.0016	\$5,949,801.00	\$11,785,331.50	\$11,582,491.00

Correlación y desigualdad entre métodos

	Hist	ACP-Nor	ACP-SS	Coef. Gini
Hist	1.000	0.953	0.979	0.426
PCA-Nor	0.953	1.000	0.959	0.484
PCA-SS	0.979	0.959	1.000	0.400

Coeficiente Gini es un índice que mide la desigualdad en la distribución de riqueza donde cero indica perfecta igualdad (justa distribución) y 1 total desigualdad.

Conclusiones

Se proponen un índice de productividad para las IES con el que son comparables las IES sin importar su tamaño.

A partir de este índice de productividad se asigna el recurso disponible a las IES en forma proporcional a su productividad bajo dos métodos.

Los dos métodos basados ACPs dan resultados altamente correlacionados con el promedio histórico. Pero, el basado en el ACP sin supuestos es el que más alta correlación presentan con el histórico.

Conclusiones

El método ACP-sin supuestos tiene la ventaja de que no requiere de ningún supuesto y elimina información redundante.

El método ACP-normal hace asignaciones más extremas, a las IES más productivas les da más y a las menos productivas les otorga menos, lo cual incrementa la desigualdad (mayor coeficiente Gini) y dado que la muestra es pequeña aún cuando cumple con el supuesto de normalidad esto lo hace no muy atractivo.

Los dos métodos propuestos tienen la ventaja de que no se requiere de asignar pesos a priori para cada indicador y esto disminuye la subjetividad.



Gracias