

EL SISTEMA DE I+D EN ANDALUCÍA: UNA EVALUACIÓN DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

*Jesús BASULTO SANTOS **

*F.M. SOLÍS CABRERA **

1. INTRODUCCIÓN.

Como es bien sabido, es a partir de la Ley 13/1986 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley de la Ciencia) y el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico cuando comienza a aplicarse una política dirigida a crear un Sistema de Ciencia y Tecnología en España.

Aquí la Ciencia debe entenderse como una acumulación de conocimientos básicos y la Tecnología como una aplicación de estos conocimientos a la producción de bienes y servicios (Ranis, 1978). Aunque se tiene la creencia de que existen relaciones entre Ciencia y Tecnología, su verdadera naturaleza es difícil de percibir (Solo y Rogers, 1972; Tisdell, 1981 y Sato y Suzaova, 1983).

En el Sistema español de Ciencia y Tecnología se considera que el objetivo final del mismo debe contener elementos de bienestar económico y social tales como el crecimiento y productividad de la economía nacional y la calidad de vida (A. Lafuente y L.A. Oro, 1992).

La estructura autonómica del Estado español prevista en la Constitución ha producido un efecto notable sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología. La mayor parte de las Comunidades Autónomas han emprendido iniciativas para coordinar y fomentar la investigación y la tecnología en su ámbito territorial y disponen por ello de órganos de planificación de la I+D (Investigación y Desarrollo) y de normativas específicas para tal fin. Así, por ejemplo, en la Comunidad Autónoma de Andalucía se aprueba el Plan Andaluz de Investigación (P.A.I.) en 1990, para un período de cuatro años (1990-1993) y con un presupuesto de 18.000 millones.

*. Departamento de Economía Aplicada I. de la Universidad de Sevilla.

de pesetas de fondos propios. Con la aprobación de este Plan culmina el proceso iniciado en 1984, cuando Andalucía asume las competencias en Educación e Investigación con la puesta en marcha del Programa de Política Científica, con una inversión de 7.983 millones de pesetas hasta el año 1989, permitió iniciar un Sistema de Ciencia y Tecnología en Andalucía. Para un conocimiento del proceso emprendido y una evaluación del Sistema puede consultarse el "Plan Andaluz de Investigación 1990-1993".

En Andalucía el Plan Nacional y el Plan Andaluz de Investigación abrieron grandes expectativas al desarrollo de la investigación y tecnología, con diversos tipos de ayudas para la formación de personal investigador, realización de Proyectos de Investigación -generalmente en líneas prioritarias- adquisición de infraestructura y otros tipos de acciones para favorecer la innovación en la empresa (por ejemplo, la creación del Instituto de Fomento Andaluz). Como muestra del interés que creó el Plan Andaluz de Investigación, recogemos la siguiente estadística sobre convocatorias de ayudas a Grupos de Investigación.

TABLA 1

	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92
Nº de Grupos	797	933	1.055	1.227
Ayudas (MPTA)	1.492	1.500	1.527	1.792

Fuente: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Y si consideramos las personas que forman los Grupos de Investigación, resultan las siguientes estadísticas acerca de los recursos humanos.

TABLA 2

	1989	1990	1991
Doctores	4.048	4.603	5.287
T. Superiores (No Doct.)	2.738	3.432	4.407
Diplomados Universit.	264	362	458
Becarios	1.102	1.240	1.406
TOTAL	8.214	9.650	11.569

Fuente: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Aunque el Plan Nacional y el Plan Andaluz de Investigación cuentan con medios para evaluar las distintas peticiones, en el inicio no se tenía experiencia sobre cómo evaluar la Producción Científica y el Desarrollo Tecnológico y se conocía mal la situación de España en relación a los países de su entorno respecto de la Producción de Ciencia y Tecnología. Para poder evaluar las Políticas Nacionales sobre Ciencia y Tecnología fue necesario emprender estudios de Bibliometría y usar las bases de datos correspondientes (por ejemplo, el Science Citation Index, entre otros). Precisamente un primer trabajo que permite medir la Producción Científica con detalle de los recursos científicos asentados en diversas regiones españolas es el elaborado por Maltrás y Quintanilla (1992). Otros trabajos que traten sobre Investigación o Tecnología pueden verse en la "II Jornadas de Investigación sobre las Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Economía y Sociedad (1993)".

El Instituto Nacional de Estadística (INE) viene publicando, desde el bienio 1969 y 1970, estadísticas sobre los recursos destinados a actividades de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico en cada uno de los sectores, Empresas, Administración Pública, Enseñanza Superior e Instituciones Privadas sin fines de lucro. A partir de 1980, el INE ha revisado las estadísticas relativas a la Enseñanza Superior como consecuencia de la encuesta sobre empleo del tiempo de profesorado universitario, realizada durante el curso 1989/90. También el INE procedió en 1987 a efectuar una regionalización de los recursos destinados a I+D+i por todos los sectores económicos.

El Plan Andaluz de Investigación, viene elaborando, desde su primera convocatoria, una base de datos que recoge la Producción Científica y otros tipos de variables de los Grupos de Investigación. La información contenida en la base de datos servirá para medir la producción científica en Andalucía, así como otras características de los Grupos de Investigación (tamaño, organización, relaciones entre grupos, etc. . .).

Nuestra experiencia en el uso de las estadísticas recogidas en la base de datos del Plan Andaluz de Investigación (F.M. Solís Cabrera, J. Basulto Santos y C. Arias Martín, 1992), nos ha conducido a elaborar un indicador de Producción Científica (propuesto en F.M. Solís Cabrera y J. Basulto Santos, 1993) que nos permite ordenar, dentro de cada ponencia, a los Grupos de Investigación. En el presente artículo se dan algunas aplicaciones de dicho indicador así como la producción científica por tipo de instituciones de investigación (Universidades, CSIC, etc. . .). A continuación se estudian las relaciones entre el indicador de Producción Científica y cada una de las variables: número de doctores, licenciados no doctores, diplomados universitarios, becarios, tamaño y financiación; este último permite explicar la variabilidad del indicador de producción científica.

A partir de aquí el artículo ha sido estructurado en un segundo apartado donde se recoge información sobre la investigación en Andalucía, en los apartados tres y cuatro donde se dan aplicaciones del indicador de Producción Científica y se establecen relaciones con otras variables recogidas en el Plan Andaluz de Investigación, respectivamente. Por último, en el apartado cinco, se recogen las principales conclusiones que hemos obtenido de nuestro estudio.

2. LA INVESTIGACIÓN EN ANDALUCÍA.

Desde hace años las Instituciones y los investigadores especializados en la gestión de la investigación y el desarrollo (I+D) se plantean el dilema de qué indicadores serán los más adecuados para medir los inputs y los outputs en el Sistema de Ciencia y Tecnología de una Comunidad.

Aunque no se ha llegado a una respuesta definitiva, en lo que respecta a los inputs, los indicadores más utilizados a la hora de medir éstos son los gastos y el personal dedicados a I+D. Respecto a los outputs, los más utilizados son la Producción Científica, los proyectos y las patentes.

En España desde que las Comunidades Autónomas van asumiendo las competencias en investigación y se van conociendo los primeros datos sobre las actividades de cada Comunidad en I+D, se observan grandes desequilibrios regionales, tanto en los inputs como en los outputs, según se pone de manifiesto en diversos estudios realizados sobre Investigación y Desarrollo (Martín y Romero, 1988; Maltrás y Quintanilla, 1992; Martín, Moreno y Romero, 1990; Acosta y Coronado, 1991). Dichos estudios han revelado también, sobre todo el de Maltrás y Quintanilla (1992), que la correlación entre los niveles de renta regional y el esfuerzo en I+D realizado en una región, no es significativa. Así mientras que Andalucía ocupaba el penúltimo lugar, en cuanto al nivel de renta per cápita, entre las 17 Comunidades Autónomas, es la cuarta Comunidad en lo que respecta a inversiones en I+D, detrás de Madrid, Cataluña y País Vasco, además, en la Comunidad de Madrid se contabilizaron 328 empresas con departamento en I+D, 738 en Cataluña, 68 en el País Vasco y únicamente 24 empresas con departamento en I+D en Andalucía (Memoria de Plan Nacional 1992). Esto último significa que en Andalucía el gran esfuerzo inverso en I+D proviene mayoritariamente del sector público.

España ha pasado de destinar el 0,64% del P.I.B., en el año 1987, a actividades de I+D a un 0,9% registrada en 1992 (ver las memorias del Plan Nacional). El esfuerzo relativo por Comunidad Autónoma respecto al V.A.B., sitúa Andalucía en el octavo lugar con un índice de (Gastos en I+D)/V.A.B. de 0,5.

En cuanto a las medidas de los outputs del Sistema, según los resultados obtenidos en el reciente trabajo de Maltrás y Quintanilla (1992), sobre Producción Científica en España en la década de los años ochenta -SCI-, Andalucía ocupó el tercer lugar, después de Madrid y Cataluña, en cuanto al número total de documentos publicados. La producción científica proviene fundamentalmente de las Universidades, los Centros del CSIC y los Hospitales. Las provincias de Sevilla, Granada y Córdoba producen el 90% de los documentos publicados en Andalucía y recogidos en el SCI.

Hemos de decir que aunque la base de datos SCI es la más prestigiosa a nivel internacional, debemos señalar que recoge los documentos publicados en una 3.200 revistas, la mayoría publicadas en lengua inglesa y con algunas lagunas importantes, pues mientras las publicaciones en Biomedicina están ampliamente representadas, no ocurre lo mismo con los campos de la Tecnología, Ingeniería Informática, etc..

Con respecto al uso de las bases internacionales sobre Producción Científica tal como el SCI, los expertos internacionales aconsejan que los países poco desarrollados en Ciencia deben elaborar sus propias bases de datos internacionales, ya que las bases internacionales no recogen de forma adecuada la Producción Científica de los países menos desarrollados. Conscientes de este último hecho los responsables del Plan Andaluz de Investigación, viene elaborando desde su primera convocatoria una base de datos que recoge la Producción Científica y otros tipos de variables de los Grupos de Investigación.

Como una muestra de los datos recogidos por el Plan Andaluz de Investigación damos a continuación la Producción Científica de los Grupos de Investigación correspondientes a los tres últimos años y sobre los que se tiene información:

TABLA 3
NÚMERO DE DOCUMENTOS PUBLICADOS

	1989	1990	1991
Revistas Internacionales	2.249	2.465	2.664
Revistas Nacionales	3.611	3.630	2.638
Congresos Internacionales	2.217	2.479	2.838
Congresos Nacionales	3.003	3.468	3.814
Tesis Doctorales	722	842	836
Patentes	24	39	39
Proyectos	1.175	1.362	1.749
Libros y Cap. de libros	1.984	2.332	2.663

Fuente: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

En el apéndice damos estadísticas, para los años 89, 90 y 91, sobre la producción en Revistas Internacionales, Nacionales, Congresos Internacionales, Nacionales, Tesis Doctorales, Libros y Capítulos de Libros, Patentes y Proyectos y desagregados por las siete líneas prioritarias. En la siguiente tabla recogemos la Producción Científica por Doctor para los tres últimos años conocidos:

TABLA 4
DOCUMENTOS PUBLICADOS POR DOCTOR

	1989	1990	1991
Revistas Internacionales	0,55	0,53	0,52
Revistas Nacionales	0,88	0,79	0,72
Congresos Internacionales	0,54	0,54	0,56
Congresos Nacionales	0,73	0,75	0,74
Tesis Doctorales	0,18	0,18	0,16
Proyectos	0,28	0,29	0,35
Libros y Cap. de libros	0,48	0,51	0,51

Fuente: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

3. INDICADOR DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN.

Con objeto de poder estudiar el comportamiento de los Grupos de Investigación respecto a su Producción Científica, hemos recogido las siguientes variables que vienen a medir distintos tipos de conocimiento generado por dichos Grupos.

- Número de trabajos publicados en Revistas Internacionales (RI).
- Número de trabajos publicados en Revista Nacionales (RN).
- Número de Comunicaciones presentadas a Congresos Internacionales (CI).
- Número de Comunicaciones presentadas a Congresos Nacionales (CN).
- Número de Tesis Doctorales leídas o dirigidas (TD).
- Número de Patentes (PT).
- Número de Libros o Capítulos de Libros (LC).
- Número de Proyectos realizados (PR).

Los datos corresponden a los años 89, 90 y 91 están desagregados por las siete líneas prioritarias. El total de Grupos de Investigación asciende a 1227.

Antes de comenzar nuestro estudio, cada una de las variables ha sido convertida a una variable categórica. A partir de varias pruebas, las categorías que se han definido para cada una de las variables originadas son las que ha continuación recogemos.

Para las variables RI, RN, CI y CN las categorías consideradas son: (0), [1-5], [6-10], [11-15] y ≥ 16 . Para la variable TD, sus categorías son: (1), (2), (3) y ≥ 4 . Para la variable PT, sus categorías son: (0) y ≥ 1 . Y, por último, para las variables LC y PR, las categorías consideradas son: (0), [1-5], [6-10] y ≥ 11 .

El motivo de convertir todas las variables a variables categóricas ha sido poder aplicar el Análisis de Homogeneidad (A. GIFÍ, 1990; J.J. Busto (1991)). El interés que tiene el Análisis de Homogeneidad se debe a que es muy general y permite tratar tanto las relaciones lineales como no lineales que puedan existir entre las variables originales. Hemos aplicado el Análisis de Homogeneidad dentro de cada línea prioritaria y se ha seleccionado el primer factor que asigna una cuantificación a los Grupos de Investigación. Este primer factor ha sido denominado "Producción Científica", las razones de correlación en porcentaje entre este indicador de Producción Científica, dentro de cada línea, y cada una de las variables categóricas vienen recogidas en la siguiente tabla:

TABLA 5

	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.H.	T.P.	T.I.
R.I.	39,89	58,25	29,91	36,25	35,05	63,19	44,44
R.N.	43,15	33,95	47,72	44,04	63,70	13,03	23,63
C.I.	50,41	71,85	45,54	42,51	48,75	71,95	53,03
C.N.	36,54	60,84	55,69	42,74	48,12	52,23	55,34
T.D.	23,88	57,42	46,46	46,44	38,50	45,82	47,81
L.C.	34,70	25,47	33,00	41,92	64,04	19,79	38,91
P.T.	9,29	6,21	0,12	2,35	0,81	2,82	22,25
P.R.	25,27	56,71	8,59	44,02	18,10	53,31	41,56

FUENTE: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar altas razones de correlación entre el indicador de Producción Científica y determinadas variables categóricas, dependiendo de la línea considerada.

Para poder representar el comportamiento de todos los Grupos de Investigación y para cada línea prioritaria, se ha particionado en 15 intervalos iguales los valores del indicador de Producción Científica y, a continuación, se han construido los histogramas recogidos en la tabla seis.

Es preciso aclarar que los grupos que aparecen en el primer intervalo y que por consiguiente la variable de producción toma la primera categoría son su mayor parte grupos que no han actualizado su curriculum.

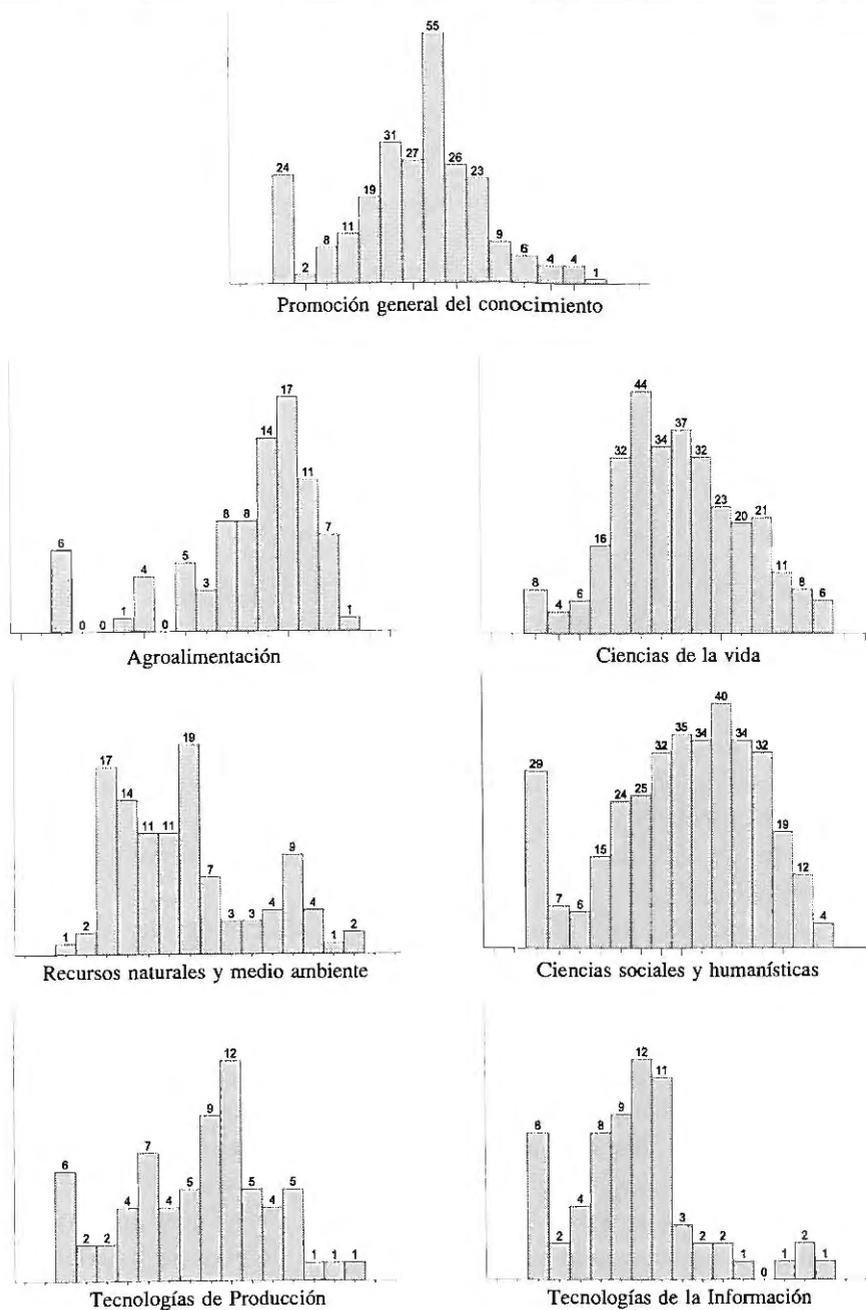
Por último recogemos en la tabla siete, para la línea de Agroalimentación la relación entre las 15 categorías del indicador de producción y cada una de las variables categóricas consideradas.

Esta última tabla nos confirma lo adecuado del indicador propuesto para representar el conjunto de las variables que miden la producción científica de los grupos de investigación.

Para ayudar a la interpretación de los histogramas se debe entender que el intervalo donde aparece el valor 0 del indicador, los grupos de investigación con dicho valor o con valores situados en dicho intervalo toman los valores promedios de las variables de producción considerada. Con esta interpretación, se observa en el histograma, que en la línea prioritaria de agroalimentación, el 58,8% de los grupos están por encima del comportamiento promedio; en ciencias de la vida el porcentaje es del 40%, en recursos naturales y medio ambiente dicho valor baja al 30,5%, para ciencias sociales y humanísticas sube el 50,2% y para las líneas de tecnologías de producción y de la información los porcentajes son del 55,8% y 34,8% respectivamente. Estos porcentajes no deben interpretarse, por ejemplo, como que hay "mejores" grupos de investigación en ciencias sociales y humanidades que en tecnología de la información, en realidad los grupos de la línea tecnología de la información están más orientados hacia las publicaciones en revistas internacionales y las comunicaciones en congresos internacionales, mientras que en los grupos de ciencias sociales y humanidades se orientan hacia revistas nacionales y congresos nacionales e internacionales, los grupos de la línea de tecnología de la información tienen que soportar mayor competencia tanto entre ellos como con investigadores de otros países, y de ahí que sea más difícil superar al grupo promedio.

Este último nos pone de manifiesto la precaución y cuidados que tenemos que tener a la hora de comparar la producción científica de una ponencia con otra.

TABLA 6



Otra aplicación del indicador de Producción Científica es el comparar los distintos organismos que desarrollan investigación dentro de cada línea prioritaria. En las tablas siguientes hemos recogido los resultados de cruzar los organismos con el indicador de Producción Científica.

TABLA 7

PONENCIA 2																																						
	R.I.					R.N.					C.I.					C.N.					T.D.					L.				P.T.		P.R.						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4			
1	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0		
5	1	2	1	0	0	1	2	1	0	0	2	1	1	0	0	3	0	1	0	0	4	0	0	0	3	1	0	0	4	0	0	2	2	0	0	0		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	3	1	0	1	0	0	4	1	0	0	3	2	0	0	0	3	1	1	0	0	0	4	0	0	2	2	1	0	5	0	1	4	0	0	0	0		
8	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0	3	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0		
9	2	3	2	1	0	0	6	0	1	1	0	5	3	0	0	2	4	2	0	0	3	3	1	1	0	3	4	0	1	7	1	1	6	1	0	0		
10	1	2	2	3	0	3	3	1	1	0	0	4	1	3	0	0	6	2	0	0	0	4	3	0	1	5	3	0	0	6	2	1	5	1	1	0		
11	0	5	5	4	0	2	4	5	3	0	0	6	6	1	1	0	9	2	2	1	2	6	3	1	2	6	6	1	1	9	5	1	8	3	2	0		
12	0	4	9	3	1	2	8	3	3	1	0	7	3	2	5	0	8	4	3	2	0	5	6	4	2	1	1	1	4	1	1	4	3	0	7	6	4	
13	0	0	3	4	4	0	1	6	3	1	0	1	7	1	2	0	3	3	1	4	0	3	0	2	6	2	6	3	0	1	1	0	0	4	4	3	0	
14	0	2	1	0	4	0	0	4	2	1	0	0	1	1	5	0	1	2	1	3	0	1	0	1	5	0	2	4	1	4	3	0	2	2	3	0	0	
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

De la observación de estas tablas se deduce que, por ejemplo, para la línea de Ciencias de la Vida (Tabla 9), del 40% de los Grupos que están por encima de su promedio, el 55% de ellos son de las Universidades de Sevilla (33%) y de Granada (67%).

En el caso de Recursos Naturales y Medio Ambiente (Tabla 10), del 30,5% de los Grupos que están por encima de su promedio, el 52% son de la Universidad de Granada.

En Ciencias Sociales y Humanísticas (Tabla 11), del 50,2% de los Grupos que superan su promedio, el 81% de ellos se reparten entre las Universidades de Sevilla (46%), Málaga (21%) y Granada (33%). En la líneas de las Tecnologías de la Producción (Tabla 12), del 55,8% de los Grupos con producción superior a los Grupos promedios, el 55% de ellos son de la Universidad de Sevilla. Por último, vamos a referirnos a la línea de Agroalimentación (Tabla 8) que con 58,8% de Grupos superando su promedio, el 64% de ellos se reparten entre la Universidad de Córdoba (63%) y el CSIC (38%).

TABLA 8
AGROALIMENTACIÓN

Otros	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	0
C.S.I.C.	1	0	0	0	1	0	1	2	2	2	5	4	1	1	1
U. Sevilla	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4	1	1	0	0
U. Málaga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
U. Granada	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0
U. Córdoba	2	0	0	0	2	0	3	0	5	5	3	6	7	4	0
U. Cádiz	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

TABLA 9
CIENCIAS DE LA VIDA

Otros	5	1	0	0	2	4	5	5	2	5	3	3	1	0	1
C.S.I.C.	0	0	0	0	2	3	4	3	2	4	0	1	0	0	0
U. Sevilla	1	1	2	7	15	16	12	9	6	6	3	2	4	1	0
U. Málaga	0	2	2	1	1	4	2	5	2	2	0	5	0	0	0
U. Granada	0	0	0	3	7	8	7	10	12	7	7	5	3	5	5
U. Córdoba	1	0	0	3	3	4	3	5	3	2	2	4	1	0	0
U. Cádiz	1	0	2	0	1	4	2	1	3	1	4	2	2	2	0

TABLA 10
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.S.I.C.	0	0	3	2	3	2	5	3	0	1	0	0	0	1	0
U. Sevilla	0	1	4	2	3	2	4	0	1	0	1	2	0	0	0
U. Málaga	0	1	3	3	2	1	2	1	0	0	1	1	2	0	0
U. Granada	0	0	3	5	2	5	6	3	2	2	2	5	1	0	2
U. Córdoba	1	0	4	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0
U. Cádiz	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 11
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANÍSTICAS

Otros	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0
C.S.I.C.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0
U. Sevilla	11	2	2	6	9	8	12	10	10	17	13	12	6	6	1
U. Málaga	5	0	1	2	4	4	5	7	3	7	5	5	7	2	1
U. Granada	6	2	0	5	6	5	8	9	9	10	10	10	4	3	1
U. Córdoba	3	2	1	0	2	2	4	5	6	4	4	3	1	1	1
U. Cádiz	2	1	2	2	3	4	3	4	3	0	1	0	0	0	0

TABLA 12
TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN

Otros	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.S.I.C.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
U. Sevilla	1	0	1	3	3	2	3	6	7	2	3	2	1	0	0
U. Málaga	0	1	0	0	3	1	1	3	2	1	0	0	0	1	0
U. Granada	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
U. Córdoba	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
U. Cádiz	3	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0

TABLA 13
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Otros	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.S.I.C.	1	0	0	0	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0
U. Sevilla	2	1	2	3	2	2	2	0	1	0	0	0	0	1	1
U. Málaga	0	0	0	1	2	2	4	1	0	1	1	0	0	0	0
U. Granada	2	1	1	2	2	4	3	0	1	0	0	0	1	1	0
U. Córdoba	0	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
U. Cádiz	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 14
PROMOCIÓN GENERAL DEL CONOCIMIENTO

Otros	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.S.I.C.	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
U. Sevilla	9	2	3	5	8	9	8	17	5	9	1	2	2	1	0
U. Málaga	3	0	2	1	5	6	4	12	4	3	1	0	0	0	0
U. Granada	6	0	2	2	4	11	8	12	11	8	7	4	1	1	0
U. Córdoba	1	0	0	1	1	2	3	5	4	1	0	0	0	1	1
U. Cádiz	4	0	1	2	1	2	4	9	1	2	0	0	1	0	0

4. RELACIONES ENTRE EL INDICADOR DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y OTRAS VARIABLES RECOGIDAS POR EL P.A.I.

En este apartado se estudia las relaciones entre el indicador de Producción Científica y cada una de las siguientes variables:

- Número de Doctores (DO).
- Número de Titulados Superiores no Doctores (TS).
- Número de Diplomados (DI).
- Personal Auxiliar (PA).
- Becarios (BE).
- Ayuda Económica recibida en miles de pesetas (AE).
- Tamaño del Grupo (TG).

Todas estas variables han sido transformadas a variables categóricas y las categorías que se han definido para cada una de las variables son las que a continuación recogemos.

Para las variable DO y TS las categorías consideradas son (0), (1), [2-3], [4-6] [7-10] y \Rightarrow 11. Para la variable DI, las categorías son: (0), (1), y \Rightarrow 2. Para PA se ha tomado las categorías: (0), (1), (2) y \geq 3. Para BE, se tomó: (0), [1-2] y \Rightarrow 3. Para la variable AE, las categorías seleccionadas han sido (0), (0, 500], (500, 1000], (100, 2000], (2000, 2500] y $>$ 2500. Por último, para la variable tamaño, a partir de cuantificar cada Doctor con un punto, cada Titulado Superior no doctor con medio punto y cada Diplomado con un cuarto de punto, se ha participado en las categorías siguientes: (0, 1,5], (1,5, 4,5], (4,5, 8,5], (8,5, 12,5], (12,5, 16,5] y $>$ 16,5.

Recogemos en la tabla siguiente los coeficientes de correlación al cuadrado (en porcentajes) entre el indicador y cada una de las variables consideradas; todos los cálculos se han hecho para cada una de las líneas prioritarias.

TABLA 15

	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.
Doctores	19	42	28	49	36	47	43
Licenciados	8	6	7	22	10	7	10
Diplomados	1	1	0	3	1	24	4
Auxiliares	1	9	3	3	1	2	11
Becarios	8	17	1	11	9	23	7
Ayudas recibidas	48	78	11	34	58	63	55
Tamaño	16	26	27	50	32	33	36

FUENTE: Elaboración propia

Observando la tabla, vemos que la variable más importante para explicar la Producción Científica es el número de doctores; en algunas líneas, por ejemplo, Recursos Naturales y Medio Ambiente el coeficiente de determinación es del 49%. Le sigue en importancia la ayuda recibida por el Grupo y el tamaño de cada Grupo. Del resto de variables destaca el número de becarios.

En la línea de Tecnología de Producción, el modelo de regresión estimado nos señala que el aumento de diplomados disminuye la Producción Científica del Grupo. La interpretación de este hecho se debe a que en esta línea los Grupos más productivos no suelen tener diplomados, mientras que los Grupos menos productivos son los que tienen más diplomados.

En todas las líneas se observa que en el modelo de regresión ajustado entre la Producción Científica y el número de doctores el incremento de doctores siempre incrementa la Producción Científica del Grupo. En cambio, en los modelos de regresión ajustados entre la Producción Científica y el tamaño del Grupo, se obtiene que la línea prioritaria de Ciencias de la Vida consigue que incrementos de tamaño también se incremente la Producción Científica; para el resto de las líneas prioritarias, los Grupos con tamaños muy grandes (última o penúltima categoría de la variable tamaño) disminuye la Producción Científica.

Por último, hemos elaborado un modelo de regresión múltiple entre la Producción Científica y las variables explicativas: Número de doctores, tamaño y cantidad concedida. En la tabla siguiente recogemos el coeficiente de correlación al cuadrado (en porcentajes) de dicho modelo, para cada una de las líneas prioritarias.

TABLA 16

	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.
Doct., Tamaño y Cant.	53	81	33	60	63	73	63

FUENTE: Elaboración propia.

Se observa que para línea de Agroalimentación, las tres variables consideradas explican el 81% de la varianza de la Producción Científica. En cambio, para la línea de Ciencias de la Vida el porcentaje es del 33%.

En la mayor parte de los modelos ajustados ente la Producción Científica y la tres variables explicativas, anteriormente seleccionadas, hemos encontrado que un incremento simultáneo en las tres variables explicativas hace que se incremente la producción del Grupo; haciendo notar que en alguno de los modelos ajustados la presencia de alta dependencia lineal entre las variables explicativas dificulta la interpretación de los resultados obtenidos (efecto de la colinealidad).

5. CONCLUSIONES.

A modo de resumen vamos a recoger en este apartado los aspectos que consideramos de mayor interés de los problemas abordados en nuestro trabajo.

- a) La investigación en Andalucía está basada fundamentalmente en fondos aportados por el sector público.
- b) La posición de Andalucía en publicación de documentos científicos en la base de datos SCI (está situada después de Madrid y Cataluña) no se corresponde con su posición en renta per cápita, (ocupa el penúltimo lugar en las 17 Comunidades Autónomas).
- c) El impacto del Plan Nacional de investigación y el Plan Andaluz de Investigación en Andalucía ha sido importante para que los investigadores se organicen en Grupos de Investigación y que, por vez primera, se habla de la investigación como una tarea necesaria para el desarrollo de la región.
- d) La implantación de un Sistema de Ciencia y Tecnología, nos lleva a la necesidad de desarrollar indicadores que permitan evaluar a las Instituciones, Departamentos, Grupos de Investigación e Investigadores. En nuestro trabajo indicamos que se debe hacer uso de la bibliometría tal como se viene empleando en otros países. Ahora bien, señalamos que se deben elaborar nuestras propias bases de datos como complemento a las bases de datos internacionales. La información aportada por la bibliometría debe, también, complementarse con información sobre fondos, recursos humanos,

infraestructuras, relaciones entre ciencia y tecnología, etc. . . , parte de esta información viene recogida en el apéndice del presente trabajo.

- e) En nuestro trabajo hemos desarrollado un indicador sobre la Producción Científica de los Grupos de Investigación y estudiado posibles relaciones entre el indicador y características de cada Grupo. Señalamos la importancia del número de doctores como la variable más importante, para explicar la Producción Científica. También indicamos que los Grupos de grandes tamaños no significa que sean los grandes productores.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- ACOSTA, M. y CORONADO, D. (1991): Distribución Espacial y Políticas Regionales de I+D. XVII Reunión de Estudios Regionales. Barcelona.
- BUSTO, J. (1991): Análisis de Correspondencia: Una Generalización para Datos Ordinales Multivariantes. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- GIFI, A. (1990): Nonlinear Multivariate Analysis. J. Wiley.
- INE (1991): Estadísticas de Actividades de I+D. Madrid: INE.
- LAFUENTE, A. y ORO, L. (1992): El sistema Español de Ciencias y Tecnología en el Marco Internacional: Evolución y perspectivas. FUNDESCO.
- MALTRÁS, B. y QUINTANILLA, M. (1992): Producción Científica Española 1981-1989. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MARTÍN, C. y ROMERO, R. (1988): Datos para una política tecnológica de dimensión regional. Papeles de Economía Española, nº 35, páginas 153-164.
- MARTÍN, C.; MORENO, L. y ROMERO, R. (1990): Estimación de la distribución regional de las actividades de I+D. Madrid: Fundación Empresa Pública, D.T. 9001.
- P.A.I. (1990): Plan Andaluz de Investigación 1990-1993. Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia.
- RANIS, G. (1978): Science, Technology and Development: A retrospective. Página 1-30 en G. Ranis, en Science, Technology and Economic Development 1978. Praeger.
- SATO, R. y SUZOWA, G. (1983): Research and Productivity. Auburn.
- SOLO, R. y ROGERS, E. (1972): Inducing Technical Change for Economic Growth and Development. Michigan: Michigan State Press University.
- TISDELL, C.A. (1981): Science and Technology Policy. Cambridge: Cambridge University Press.
- SOLÍS CABRERA, F.; BASULTO, J. y ARIAS MARTÍN, C. (1992): Un estudio multivariante de los Grupos de Investigación inventariados por el P.A.I. en 1991. VI Reunión Anual de Assepelt-España. Granada. Páginas de 259-269.
- SOLÍS CABRERA, F. y BASULTO, J. (1993): Posicionamiento de los Grupos de Investigación en Andalucía en función de la Productividad Científica: Propuesta de un indicador. VII Reunión Nacional de Assepelt-España. Cádiz. Páginas 386-398.

7. APÉNDICE ESTADÍSTICO.

Public. Inter. 1989	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	26	6	38	0	6	3	0	79
U. Córdoba	104	83	93	17	21	16	6	340
U. Granada	143	19	273	117	23	13	43	631
U. Málaga	55	3	91	43	34	40	13	279
U. Sevilla	99	10	221	23	111	84	37	585
C.S.I.C.	12	57	59	88	10	21	27	274
Otros Órganos	0	14	46	0	1	0	0	61
Total	439	192	821	288	206	177	126	2.249

Public. Inter. 1990	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	26	5	53	6	4	15	0	109
U. Córdoba	106	118	88	16	18	14	6	366
U. Granada	151	23	365	131	13	18	38	739
U. Málaga	57	10	85	76	31	34	40	333
U. Sevilla	120	9	239	39	48	73	27	555
C.S.I.C.	12	67	63	77	4	31	49	303
Otros Órganos	0	13	46	0	1	0	0	60
Total	472	245	939	345	119	185	160	2.465

Public. Inter. 1991	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	27	1	28	9	10	21	0	96
U. Córdoba	70	136	107	13	38	23	4	391
U. Granada	183	30	337	160	47	11	51	819
U. Málaga	60	8	103	66	24	41	18	320
U. Sevilla	119	18	269	58	81	108	31	684
C.S.I.C.	13	58	73	92	9	26	29	300
Otros Órganos	2	11	38	0	3	0	0	54
Total	474	262	955	398	212	230	133	2.664

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Public. Nacio. 1989	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	61	5	75	13	56	8	2	220
U. Córdoba	32	108	76	12	130	9	3	370
U. Granada	268	8	382	179	398	0	12	1.245
U. Málaga	67	0	63	45	222	28	38	463
U. Sevilla	199	20	227	53	455	37	12	1.003
C.S.I.C.	12	27	6	45	38	3	2	133
Otros Órganos	0	18	121	0	21	15	0	175
Total	639	186	950	347	1.320	100	69	3.611

Public. Nacio. 1990	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	43	11	116	1	59	9	0	239
U. Córdoba	22	120	54	23	133	5	3	360
U. Granada	213	2	375	163	426	0	6	1.185
U. Málaga	51	6	66	39	224	14	42	442
U. Sevilla	207	17	200	76	527	47	15	1.089
C.S.I.C.	6	36	5	46	28	2	8	131
Otros Órganos	0	12	133	0	38	9	0	192
Total	542	204	949	348	1.435	86	74	3.638

Public. Nacio. 1991	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	84	13	72	13	71	8	0	261
U. Córdoba	64	103	55	10	171	8	2	413
U. Granada	283	24	302	162	363	4	6	1.144
U. Málaga	96	1	47	31	251	18	30	474
U. Sevilla	206	13	254	54	507	40	23	1.097
C.S.I.C.	5	41	7	43	24	0	2	122
Otros Órganos	14	6	98	0	9	0	0	127
Total	752	201	835	313	1396	78	63	3.638

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Congr. Intern. 1989	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	41	0	59	5	5	11	0	121
U. Córdoba	44	83	88	10	26	3	4	258
U. Granada	98	32	450	87	48	13	19	747
U. Málaga	42	3	57	43	69	34	20	268
U. Sevilla	88	9	191	25	99	84	36	532
C.S.I.C.	8	65	35	48	21	16	29	222
Otros Órganos	0	7	58	0	4	0	0	69
Total	321	199	938	218	272	161	108	2.217

Congr. Intern. 1990	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	33	5	81	2	13	22	2	158
U. Córdoba	53	112	93	32	42	17	4	353
U. Granada	129	22	300	138	60	11	36	696
U. Málaga	20	4	91	52	74	39	16	296
U. Sevilla	120	20	185	15	144	88	43	615
C.S.I.C.	10	75	53	51	20	24	23	256
Otros Órganos	0	22	76	0	6	1	0	105
Total	365	260	879	290	359	202	124	2.479

Congr. Intern. 1991	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	15	2	57	29	14	49	0	166
U. Córdoba	32	139	121	11	51	8	9	371
U. Granada	155	52	362	105	133	15	43	865
U. Málaga	34	3	66	35	84	60	32	314
U. Sevilla	136	7	293	21	128	88	39	712
C.S.I.C.	13	74	75	63	13	18	31	287
Otros Órganos	1	11	103	4	4	0	0	123
Total	386	288	1.077	268	427	238	154	2.838

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Congr. Nacion.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1989								
U. Cádiz	40	12	169	2	22	11	0	256
U. Córdoba	47	47	146	3	61	3	5	312
U. Granada	176	23	581	107	150	1	8	1.046
U. Málaga	46	0	138	55	147	10	8	404
U. Sevilla	144	27	175	34	182	36	20	618
C.S.I.C.	1	40	42	40	12	11	0	146
Otros Órganos	0	6	208	0	4	3	0	221
Total	454	155	1.459	241	578	75	41	3.003

Congr. Nacion.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1990								
U. Cádiz	34	4	163	7	26	18	2	254
U. Córdoba	30	85	177	18	66	8	6	390
U. Granada	163	5	516	125	199	3	19	1.030
U. Málaga	55	1	147	47	207	29	18	504
U. Sevilla	179	13	220	29	313	62	14	830
C.S.I.C.	1	67	25	36	17	15	12	173
Otros Órganos	0	12	268	0	5	2	0	287
Total	462	187	1.516	262	833	137	71	3.468

Congr. Nacion.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1991								
U. Cádiz	44	6	109	28	46	12	0	245
U. Córdoba	34	110	114	22	111	12	15	418
U. Granada	134	41	579	131	187	8	34	1.114
U. Málaga	73	8	143	58	158	24	43	507
U. Sevilla	202	28	548	39	231	52	31	1.131
C.S.I.C.	70	46	28	32	19	7	0	139
Otros Órganos	18	12	225	0	5	0	0	260
Total	512	251	1.746	310	757	115	123	3.814

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Tesis Doctoral.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1989								
U. Cádiz	13	1	25	1	6	0	0	46
U. Córdoba	16	28	28	6	10	1	2	91
U. Granada	38	1	108	17	52	1	12	229
U. Málaga	18	1	31	10	19	3	9	91
U. Sevilla	37	9	69	10	62	8	8	203
C.S.I.C.	2	11	11	6	0	0	2	32
Otros Órganos	0	4	26	0	0	0	0	30
Total	124	55	298	50	149	13	33	722

Tesis Doctoral.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1990								
U. Cádiz	17	0	40	3	9	3	1	73
U. Córdoba	10	25	22	3	18	2	0	80
U. Granada	47	7	128	36	50	0	6	264
U. Málaga	21	1	25	8	27	4	9	95
U. Sevilla	54	8	90	14	72	8	6	252
C.S.I.C.	1	13	5	13	2	2	4	40
Otros Órganos	0	3	35	0	0	0	0	38
Total	150	57	345	67	178	19	26	842

Tesis Doctoral.	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
1991								
U. Cádiz	14	0	26	2	9	7	0	58
U. Córdoba	10	35	19	3	16	2	0	85
U. Granada	60	7	99	21	62	2	10	261
U. Málaga	19	3	16	14	41	3	7	103
U. Sevilla	47	6	90	8	73	14	6	244
C.S.I.C.	3	9	11	9	5	1	5	43
Otros Órganos	10	5	27	0	0	0	0	42
Total	163	65	288	57	206	29	28	836

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía

Proyectos 1989	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	8	9	26	10	7	6	1	67
U. Córdoba	18	47	31	18	18	4	12	148
U. Granada	36	4	83	91	50	4	20	288
U. Málaga	21	7	21	22	40	21	17	324
U. Sevilla	52	15	77	42	46	75	17	324
C.S.I.C.	1	39	25	40	11	8	13	137
Otros Órganos	0	21	34	0	3	2	0	60
Total	136	142	297	223	175	120	80	1.173

Proyectos 1990	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	6	1	36	10	9	10	2	74
U. Córdoba	12	58	31	14	23	3	10	151
U. Granada	44	7	103	709	70	5	26	364
U. Málaga	26	7	25	22	46	23	18	167
U. Sevilla	69	11	82	47	61	87	26	383
C.S.I.C.	1	45	30	50	8	11	14	159
Otros Órganos	0	23	38	0	1	2	0	64
Total	158	152	345	252	218	141	96	1.362

Proyectos 1991	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	17	14	36	2	16	22	2	108
U. Córdoba	18	80	31	13	25	6	12	185
U. Granada	67	13	137	97	96	8	43	461
U. Málaga	35	9	35	19	72	24	30	224
U. Sevilla	75	14	104	45	177	81	29	525
C.S.I.C.	11	58	44	39	17	14	12	195
Otros Órganos	1	9	31	0	9	0	0	50
Total	224	197	418	215	412	155	128	1.749

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia, Junta de Andalucía

Libros y Cap. de libros 1989	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	14	2	32	2	25	6	3	84
U. Córdoba	14	34	20	24	72	0	5	169
U. Granada	195	1	78	72	244	2	12	604
U. Málaga	40	0	21	32	161	3	13	720
U. Sevilla	87	17	48	36	304	227	12	731
C.S.I.C.	2	12	17	24	34	4	0	93
Otros Órganos	0	5	22	0	6	0	0	33
Total	352	71	238	190	846	242	45	1.984

Libros y Cap. de libros 1990	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	38	7	31	0	18	5	7	106
U. Córdoba	85	39	43	32	138	0	7	344
U. Granada	149	0	72	85	298	2	24	630
U. Málaga	52	0	34	24	245	6	18	379
U. Sevilla	119	4	54	31	457	22	18	705
C.S.I.C.	8	15	26	30	34	7	2	122
Otros Órganos	0	1	32	0	13	0	0	46
Total	451	66	292	202	1.203	42	76	1.332

Libros y Cap. de libros 1991	P.G.C.	A.A.	C.V.	R.N.	C.S.	T.P.	T.I.	TOTAL
U. Cádiz	32	5	29	3	42	18	10	139
U. Córdoba	43	71	32	25	134	1	2	308
U. Granada	227	22	131	111	307	8	42	848
U. Málaga	97	2	16	25	224	9	9	382
U. Sevilla	109	9	69	30	470	68	13	768
C.S.I.C.	3	24	33	49	39	10	4	162
Otros Órganos	4	8	41	0	3	0	0	56
Total	515	141	351	243	1.219	114	80	2.663

FUENTE: Consejería de Educación y Ciencia, Junta de Andalucía