



Academia. Revista Latinoamericana de
Administración

ISSN: 1012-8255

esalgado@uniandes.edu.com

Consejo Latinoamericano de Escuelas de
Administración
Organismo Internacional

Calderón-Martínez, María Guadalupe; García-Quevedo, José
Knowledge transfer and university patents in Mexico
Academia. Revista Latinoamericana de Administración, vol. 26, núm. 1, 2013, pp. 33-60
Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración
Bogotá, Organismo Internacional

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71629937003>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System
Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal
Non-profit academic project, developed under the open access initiative



Knowledge transfer and university patents in Mexico

Knowledge
transfer in
Mexico

Transferencia de conocimiento y patentes universitarias en México

33

Received 18 April 2012
 Revised 20 September 2012
 Accepted 12 October 2012

María Guadalupe Calderón-Martínez

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,

Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D.F., Mexico, and

José García-Quevedo

Departamento de Economía Pública e Instituto de Economía de Barcelona (IEB),

Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain

Abstract

Purpose – The aim of this paper is to examine the factors that influence the ability of Mexican public universities to generate patents. Academic patents are deserving of increasing interest as channels for the transfer of knowledge from universities to firms.

Design/methodology/approach – A review of the international literature on the main factors that explain the production of patents was undertaken. On the basis of this information, a database for 80 Mexican universities was built and a model estimated. This model has three components: the institutional characteristics of the universities, the presence of a technology transfer office, and the socioeconomic environment.

Findings – The results from the econometric analysis show the positive effects that universities' size and scientific quality, the existence of a technology transfer office, and the socioeconomic environment have on the applications for patents. These results show the complexity of academic patents as a channel for transferring knowledge and suggest the convenience of some degree of specialization and differentiation between universities.

Originality/value – The existing analyses for the USA and some European countries show that the institutional framework and the individual characteristics of the universities are relevant factors in the production of academic patents. The quantitative analysis carried out in this paper for a Latin-American country, with different characteristics from the USA and Europe, allows a better understanding of academic patenting and has implications for the design of innovation policies.

Keywords University, Third mission, Knowledge transfer, Patents, Mexico, Latin America

Paper type Research paper

The authors would like to thank the Editor and peer reviewers of *Academia, Revista Latinoamericana de Administración* for their valuable comments and observations. María Guadalupe Calderón-Martínez thanks the support of the National Autonomous University of Mexico for the commission given for the research placement at the Barcelona Institute of Economics of the University of Barcelona. She likewise thanks the National System of Researchers of the National Council of Science and Technology (Conacyt), Mexico. José García-Quevedo thanks the support of the Spanish Ministry of Education and Science (ECO2010-16934) and of the Generalitat de Catalunya (2009SGR102).



Resumen

Objetivo – El objetivo de este artículo es examinar los factores que influyen en la capacidad de las universidades públicas mexicanas para generar patentes. Las patentes académicas están recibiendo una atención creciente como vía de transferencia de conocimientos desde las universidades a las empresas.

Diseño/metodología/enfoque – A partir de la revisión de la literatura internacional sobre los principales factores que explican la producción de patentes se ha construido una base de datos para 80 universidades mexicanas y se ha estimado un modelo con tres componentes: a) características institucionales de las universidades, b) presencia de una oficina de transferencia de tecnología y c) nivel socioeconómico del entorno.

Hallazgos – Los resultados del análisis econométrico muestran los efectos positivos que el tamaño y calidad científica de la universidad, la existencia de una oficina de transferencia de tecnología y el nivel socioeconómico del entorno tienen sobre la solicitud de patentes. Estos resultados muestran la complejidad del uso de las patentes académicas como vía de transferencia de conocimientos y sugieren la conveniencia de cierta especialización y diferenciación en las instituciones universitarias.

Originalidad/valor – Los estudios existentes para Estados Unidos y algunos países europeos muestran que el marco institucional y las características individuales de las universidades son relevantes en la producción de patentes académicas. El análisis cuantitativo realizado en este artículo para un país latinoamericano, con características diferentes a Estados Unidos y Europa, permite ampliar el conocimiento sobre las patentes académicas y tiene implicaciones para el diseño de las políticas de innovación.

Palabras clave universidades, tercera misión, transferencia de conocimiento, patentes, México, América Latina

Tipo de documento artículo de investigación

1. Introduction

Universities represent essential agents in national systems of innovations via their basic investigation activities or through the results of the research close to industrial innovation. In Latin America, universities are the main employer of researchers as well as being the major receiver of public funding for research (OCDE, 2009).

As well as its traditional functions of education and investigation, it is demanded increasingly from universities to improve their relationship with companies and contribute towards economic and technological development. In this regard, noted as the third mission of the university, the activities of knowledge transfer are highlighted.

Within these activities university, patents, as they can quicken the knowledge transfer from universities to firms, are being noticed by both the academic research side and policies encouraging innovation (Baldini, 2006; Verspagen, 2006). The growing demand for universities to be involved in the development of patents has raised an important debate, considering that although there are possible benefits there is also the existence of important potential costs (Jaffe and Lerner, 2007; WIPO, 2011).

Even though this debate is currently opened, the data shows an increased growth in academic patents, in both developed and emerging countries. In addition, legislative changes are occurring in both to favour patent application from universities and in general to encourage the transfer of knowledge to the productive network (Zuniga, 2011).

The increase in patents and their unequal distribution by universities has generated academic interest in the explanatory factors of university patenting. The existing studies for the USA and various European countries show the importance that differences in institutional framework and the university's individual characteristics have in patent activity (Baldini, 2006; Mowery and Sampat, 2006).

This paper contributes to the literature analysing the explanatory factors for production of university patents by analysing a Latin American country, Mexico. The

analysis of Mexico can be useful for the Latin American region given their similar institutional framework characteristics as compared to the USA or European countries. Also, the Mexican case is of particular interest due to: the notable increase in academic patents, which have practically multiplied by five times over the last decade; the increased participation that they have in the patents; and the recent legislative changes in 2002 and 2009 with the objective of encouraging the ties between universities and companies.

Following this introduction, this paper is organized as follows: in the second part the theoretical framework is approached, where the third mission of the universities is examined and the international literature on determinants of university patents is reviewed. In the third part the database components are defined and the analysed variables are described with their corresponding hypotheses. The fourth part presents the econometric analysis and results. The paper finalizes with a conclusion.

2. Conceptual framework

2.1 Universities' third mission

From the early 1970s technological policy began diverging from the lineal model of innovation. It began acquiring a more complex explanatory model for the dynamics of the relation between knowledge and production. To take into account the institutional changes related with the growth of global economy and based on current knowledge, the concept of a triple helix relation: university – government – industry is proposed (Etzkowitz and Leydesdorff, 1995). These changes are not just theoretical. On the contrary, they are destined to have an impact on the behaviours and functions of higher education institutions (HEI).

In this proposal the traditional function of the university as an institution of higher education has been reviewed. This review has focused on the set of functions that have been defined as the third mission. The first approach identifies the set of activities that universities carry on with different social agents that they interact with and to whom they transfer their knowledge. In summary, it generates the basic research that society demands, carries out activities orientated to satisfy the need of social well-being and to cooperate with public and private objectives (Sheen, 1992).

A second approach defines the third mission as having the necessity for new types of associations between educational institutions and firms. In particular, it has developed as a distinctive model in the educational system of the UK, in which the university incorporates in the curriculum content some entrepreneurial behaviours, abilities and attributes associated with autonomy. On the other hand, the university is linked with society – citizens and other agents of their surroundings such as small or medium enterprises and public or private entities – including in the educational model learning within firms, as well as resolving problems related with the productive sector, including being able to produce additional incomes even if this is not their primary objective (Gibb, 1993).

Finally, the current most influential approach is the entrepreneur universities (Clark, 1998; Gibbons, 1998), which is sustained in the process of technology commercialization of university resources. The third mission is conceived from the vision of the university as a basic institution for the transference of research and development (R&D) and of knowledge (Etzkowitz *et al.*, 2000; Schulte, 2004).

In Latin America, universities traditionally have had a more social role associated with support in resolving certain needs of the region, acquiring their own particular third mission, where the extension as an academic activity drove a contribution in social development (Arocena and Sutz, 2005). Latin American university is defined as an

institution of democratization and social change, guided by education, , investigation and cultural extension. The latter is recognized as a direct collaboration with the less privileged social sectors through cultural dissemination and technical assistance.

Historically, universities and public research centres have had a minimum level of interaction with industry, which contributes in weakening the innovation systems of the region (Cimoli, 2000; Dutrénit *et al.*, 2010b). Likewise, due to the lack of tradition and incentive there is an under-exploited potential for using research abilities to a productive end (Thorn and Soo, 2006).

However, they currently are undergoing noticeable changes and Latin American universities are faced with growing expectations pertaining to the transfer of knowledge and their contribution to innovation. Although universities are still found at an opening stage as to collaboration with the productive sector, it is worth highlighting the changes in science and technological policies, which promote in them the adoption of a new third mission and the active participation of all agents to consolidate the national systems of innovation. As such, a number of Latin American universities have accepted this new challenge by changing their incentive structure and participating in public and private research associations with the establishment of spin-off companies and the commercialization of their patents.

2.2 Determinants of university patents

The analysis on academic patents from initial studies of US universities has shown some factors that are influential in their making. The main elements that have been considered are the institutional characteristics of the universities, the resources allocated to R&D, the specialised fields and the quality of academic research, the norms related to the industrial property between the university and the researchers, the support structures such as the technology transfer office (TTO) and the characteristics of their surroundings (Azagra-Caro *et al.*, 2006; Caldera and Debande, 2010; Coupé, 2003; García-Quevedo, 2010; Geuna and Nesta, 2006; Henderson *et al.*, 1998; Lach and Shankerman, 2008; WIPO, 2011; Zuniga, 2011).

One of the initial works was conducted by Henderson *et al.* (1998), comparing the university patents with a sample of industrial patents of the USA. The authors point out three factors which explain the increase in university patenting: the changes in the legal framework, originating from the introduction of the Bayh-Dole Act in 1980, which gave universities the property rights of university patents produced by public funded research, the growth of resources deriving from the business sector assigned to support university research and the increase in the number of technology transfer offices.

University norms on technology transfer can provide academic researchers with a strong source of incentive to look for possible practical applications of their work. The investigations on the effects of the Bayh-Dole Act in the USA show that the agreements for royalties' distribution vary substantially between universities, with universities that assign to their staff a higher proportion of the royalty shares generating more patents and income through licensing (Lach and Shankerman, 2008). However, the analyses for European countries have shown that specific university characteristics, such as size, specialization and research quality, have a significant influence in generating academic patents, which can be more significant than the regulation norms of intellectual property (Baldini, 2006).

The variable of dedicated resources allocated to R&D is frequently used in the analysis (Azagra-Caro *et al.*, 2006; Coupé, 2003). In particular, Coupé (2003) considers it an essential variable. In addition, other variables such as to be a private or public

university or the number of full time professors as a measure of size should be included. However, some recent works (Caldera and Debande, 2010) do not include R&D expenditures due to lack of information.

The existence of an TTO and its role in managing patents and their posterior licensing is also a characteristic considered as essential (e.g. Caldera and Debande, 2010; García-Quevedo, 2010; Lach and Shankerman, 2008). The TTOs are intermediary to the science-technology-industry system and their mission consists in encouraging the relation between the agents of the system. To achieve this, they are dedicated to identifying the technology needs of the socioeconomic sector and to favour the technology transfer between the public and private sectors, contributing to the application and commercialization of the results of the R&D generated in the universities and public research centres.

The analysis on the TTO shows that an important barrier for the commercialization of the research results is the lack of links between the researcher and technology transfer mechanisms (Siegel *et al.*, 2007). In this regard, university policies can help to solve such a problem, and mechanisms such as the correct definition of the licensing contract can encourage academics to divulge their inventions and to participate in the commercialization process (Jensen and Thursby, 2001).

Finally, the interactive approaches of innovating processes recognize in the universities an active role in the diffusion of knowledge, obliging them to tightly connect with their socioeconomic environment (Gibbons *et al.*, 1994). The policies tend to consider the beneficial effects of clustering (Saxenian, 1996) and the existing works suggest that the indirect effect of academic research mainly occur in the geographic space where it is being carried out (Jaffe, 1989).

3. Data description

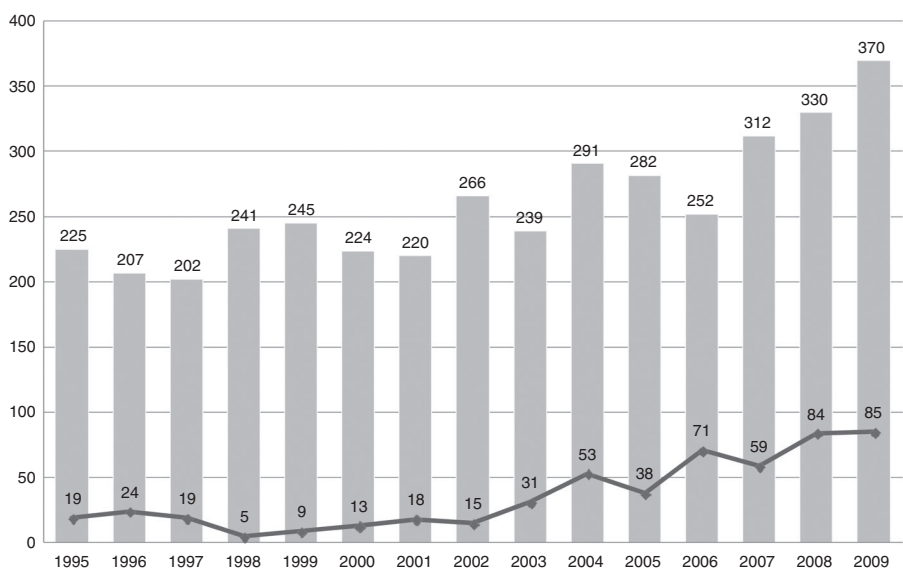
3.1. Academic patents in Mexico

In Latin American universities the production of academic patents is recent fact. The most remarkable activity is found in Mexico and Brazil. In Mexico, universities contributed in a limited form to the activities of technology transfer in comparison with public research organisms and technology institutes.

Currently the tendency in Mexico, as in other Latin American countries, is to increase and diversify the modes of transfer from behalf of the universities (Zuniga, 2011). Within the mechanisms that are calling for greater relevance, growth of academic patents is noted, being favoured by legislative changes. However, the knowledge transfer occurs through different channels, even in informal ways, such as publications, conferences and personal contacts, which in the case of Mexico, are often more valued by firms and by researchers themselves than other formal mechanisms such as patents (Dutrénit *et al.*, 2010a).

In the last decade academic patents in Mexico are experiencing a noticeable increase (Figure 1). Although in Mexico, as it happens in the rest of the countries, patents are very concentrated in a few universities, an increased number of universities participate in knowledge transfer activities, through the applications for patents. While for the 1995-1999 period only seven universities had applied at least for one patent, in the most recent period, 2005-2009, this number increased to 15. Such growing in university patents means an increase in the participation over the total national patent applications in Mexico, a level of participation that is also high in comparison to other Latin American countries as well the rest of the world (WIPO, 2011).

Figure 1.
Patents granted to
Mexican applicants and
universities (1995-2009)



In total, 95 per cent of patents applied by Mexican universities correspond to public entities. The cases of collaboration between universities and other institution for the applications of patents are as yet infrequent. Of the 534 academic patents set for the period 1995-2009, 54 patents were applied in conjunction a university and another entity. Of these 54, 24 per cent were with a foreign research centre, 22 per cent with a national research centre, 17 per cent with a foreign company, 20 per cent with a national company, 15 per cent in collaboration with another foreign university and 2 per cent with a national university.

In the analyses on academic patents it is necessary to consider the legal framework, which can show noticeable difference between countries (Zuniga, 2011). Mexico has laws and regulations that regulate the rights of industrial property in institutions funded by public resources, as detailed in the following paragraph. Additionally, the institutions have with their own internal dispositions for technology transfer. The Science and Technology Law of 2002 emphasized the importance of improving the links between university and industry and the increase of investment in research. These were strengthened in 2009 by the legislative reforms.

3.2. Explanatory variables

For the empirical analysis of the determinant factors of university patenting a database was created with information from different sources (view Table I for the details of the variables, source of the information and descriptive statistics). The available information for the period 2006-2009 corresponds to the 80 public universities, which, as previously stated, apply for 95 per cent of the academic patents. The variables and their main characteristics for Mexico are presented by grouping them in three categories: the institutional characteristics of the university; the regulations and the TTO and the socioeconomic environment of the university.

3.2.1. Institutional characteristics of the university. Mexico has a diversity of HEI in regards to the commitment and funding structure. The system is made of public (state or federal) and private entities which have different profiles and missions: universities,

Variable	Description	Mean	SD
PAT ^a	Number of patents granted to the university by year 2006-2009	0.869	3.348
Autonomy ^b	Dummy which is given the value of 1 when the university is autonomous	0.475	0.500
Doctorado ^b	Dummy which is given the value of 1 when the university offers a doctoral programme	0.5	0.501
Posgrado ^b	Dummy which is given the value of 1 when the university offers a postgraduate programme	0.6	0.491
Federal ^b	Dummy which is given the value of 1 when the university is Federal	0.075	0.264
Tecnológica ^b	Dummy which is given the value of 1 when the university has a technical orientation	0.388	0.488
Antuniv ^b	Number of years since the university was founded until 2011	32.088	25.189
PTC ^c	Full time academic staff in the institution (2006-2009)	577.723	1,111.626
PSNI ^d	Full time staff belonging to SNI	125.344	409.086
PUB ^e	Number of publication from the university by year 2006-2009	82.772	307.807
Citas ^e	Number of references received by the university by year 2006-2009	28.184	123.318
TTO ^f	Dummy which is given the value of 1 when the university has an TTO	0.313	0.464
Antott ^f	Number of years since the creation of the TTO until 2011	2.463	4.873
Regsecoa ^g	Dummy which is given the value of 1 when the university is located in a region with a high socioeconomic level	0.188	0.391
Regsecom ^h	Dummy which is given the value of 1 when the university is located in a region of medium socioeconomic level	0.488	0.501

Notes: ^aSearch by key field of the applicant, Esp@cenet from the European Office of Patents. Gives the data on patents whose applicant was at least a Mexican university. All results were taken into account, meaning that patents with a national and international priority number, deleting duplicates in the extension registers to other country by title of the patents. ^bData base of the Anuias, cross-checked with the web page of each university. ^cComparative study of the Mexican universities, using the search engine of the comparative study of the Mexican universities (ExECUM from the General Directive of Institutional Evaluation (Dirección General de Evaluación Institucional (DGEI)), UNAM. The main source is the 911 format of the Secretary of Public Education (SEP). ^dData base CONACYT. ^eComparative study of Mexican universities, using the search engine of the comparative study of Mexican university (ExECUM) of the General Directive of Institutional Evaluation (Dirección General de Evaluación Institucional (DGEI), UNAM). Regional system of Online Information of Scientific Journals for Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal (Latindex). Index of Journals of the Scientific and Technology Research CONACYT ^fWeb page of each university. ^gClassification of the socioeconomic regions, National Institute of Statistics and Geography (Inegi), the sections 7, 6 and 5 were considered. ^hClassification of the socioeconomic regions, National Institute of Statistics and Geography (Inegi), the sections 4 and 3 were considered

Table I.
Variables and
descriptive statistics

technological universities, polytechnic universities, technological institutes, research and postgraduate institutes, normal schools and others. Although traditional universities could have greater difficulty satisfying the local labour market, in practice they constitute the pillars of research and specialized knowledge and actively participate with state governments and public institutions. In contrast, the technological orientation has been associated, since its creation, with developing priority sectors of the economy. Within its defined objectives a tight relationship is established with the requirements of the productive sector. For this purpose a variable (Technological) has been included for universities with studies focused towards this objective which is expected to have a positive effect on patent production.

Another essential distinction is the autonomy characteristic, which entails that it has its own governance in regards to the normative, curriculum content, managing the budget and general management. Autonomy in the public education system can be at the federal and state level. However, the federal entities are endowed with more resources since they already possess an infrastructure at a national level. Considering these characteristics, the variables Autonomy and Federal were included in the model, with expected positive and significant effects.

The offer of doctoral programmes can be considered as one of the research products which are carried through in the universities (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuies), 2005) and also as an indicator of the quality of their investigation. Institutions must fulfil the established requirements for the official recognition of the studies that they provide. Higher public education entities should have an academic curriculum that fulfils the desired profile in the discipline and level of study programmes, consistent with its academic responsibilities and the generation or innovative application of knowledge. Currently, 40 of the 80 public universities offer a doctoral programme and another eight provide a postgraduate programme. In both cases, the hypothesis to test is the existence of a positive link between patent production and variables that represent the offer of doctorates (Doctoral) or postgraduate courses (Postgraduate).

To examine the influence of the research quality on the generation of patents a further two variables are used. First, the standards established by external institutions such as the National Systems of Investigation of the National Council for Science and Technology (CONACYT), created to recognize the labour of people dedicated in producing scientific knowledge and technology (PSNI_PTC). Second, a publication impact index is included, measured as the number of references by publications (CIT_PUB).

Finally, two other characteristics of the universities that can influence their volume of patents are the resources allocated to R&D and size. For the first case, it has not been possible to incorporate this variable due to the fact that access to this micro data in this area is not allowed. Both reports given by the National Institute of Geography and Statistic (INEGI) and CONACYT present the global data of the programmes without breaking down the amount exercised by each institution. However, as detailed further on, to control for possible characteristics of the universities – for those where there is no information or not observable – the variable Stockpat was used in the regressions. This variable is the mean of the university patents in the period 1995-2005, period prior to the estimations. As a variable of size control, the number of full-time professors is used (Personaltc).

3.2.2. Regulations and offices of technology transfer. In countries such as Mexico, Brazil and Chile successful experiences began at the end of the 1980s, for others in the 1990s (Argentina, Colombia, Costa Rica and Venezuela), but it has only been in the last decade that universities have established relations with the socioeconomic environment, especially with firms, as one of the priority lines in their political agenda. They have therefore started implementing technology transfer structures, which in Latin America are usually institutional liaison offices (Castro and Vega, 2009; Zuniga, 2011).

Specifically, in Mexico, the Science, Technology and Innovation Law of 2009 promotes the creation of units of knowledge transfer with the objective of favouring university-business relationships. Currently, most Mexican public universities are in the process of transforming the structure of linkage to achieve a higher level of interaction with the environment and with the productive system. However, the creation of transfer offices in Mexican universities is still at an early stage and, in some cases, virtual. Nowadays, of the 80 public universities, 25 have available a TTO,

created mostly in the last decade. Estimations include the age of the TTO (Antott) in order to capture the experience effect, when an office exists. However, the lack of information has impaired the inclusion of other aspects of the TTO frequently used in the literature, such as their size or the level of qualification of their staff (Caldera and Debande, 2010).

The regulation of patents determines the rights to the property and the distribution of the probable benefits. To analyse the influence of the incentives for academics to patent, empirical studies use, among other indicators, the percentage of royalties given to the academic inventor. For Mexico, the Science, Technology and Innovation Law of 2009, with the objective of promoting the commercialization of the right of intellectual and industrial property, includes guidelines that allow giving academic staff up to 70 per cent of the generated royalties. Until now, only two universities have established a specific regulation whilst the rest of them managed it case by case, using as a reference what was established in the 2009 reform. This lack of definition in the distribution of royalties limits the examination of the possible influence of incentives to investigators for patent generation.

3.2.3. Socioeconomic environment. Mexico is characterised by distinctive interregional differences in levels of productivity and innovation capacity (OCDE, 2009). Additionally, the links between universities and firms are scarce given not only to the intrinsic university factors but also due to firms limitations (Dutrénit *et al.*, 2010a). Generally the productive sector in Latin America has not developed systematic initiatives to increase their research activities or to establish tighter links with universities and public laboratories. This can account for the difficulties that exist in promoting the relationship between the university and its socioeconomic environment (Katz, 2006).

The information on R&D activities and innovation in Mexican regions is limited (OCDE, 2009). Likewise the research directed at studying regional development is recent. Rozga (2002) offered a perspective on the regional localization of innovation in Mexico by analysing two factors: the regional distribution of the technological potential and the analysis of the poles of innovation. Their results highlight that the metropolitan area of Mexico City covered a third of the postgraduate studies offered in the country. Hernández and Díaz (2007) examine university-industry links and the relation between patent applications and scientific publications in the different Mexican states. The results show a positive correlation between these variables in the set of states with a higher level of development and innovation; also, innovation in Mexico can be better explained if, in the estimation methods, the regional cluster effect is considered (Rozga, 2002). Finally, Germán-Soto *et al.*'s (2009) analysis offers evidence of the importance of education and foreign investments in the innovation process of Mexican federal institutions and puts into evidence the existence of significant interregional differences in the level of innovation.

The results of these works confirm that the process of innovation in Mexico presents a pattern of localization with noticeable regional differences and that the states situated in the centre and west of the country experience a higher level of technological innovation. With the purpose of controlling for these differences two variables have been included (Regsecoa and Regsecom).

4. Econometric analysis and results

The estimation of the determinants of the patents of the Mexican universities are carried out taking into account the hypothesis presented in the previous paragraph and

the available information. The specification of the empirical model is similar to other applied works (Caldera and Debande, 2010; García-Quevedo, 2010; Lach and Shankerman, 2008) and specifically the following equation is estimated:

$$PAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 UNIV_{it} + \beta_2 TTO_{it} + \beta_3 ENVIRONMENT_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

where PAT_{it} are the patents of university i in year t . The explanatory variables as previously defined are $UNIV_{it}$ which gathers the institutional characteristics of the university, TTO_{it} is an indicator of the existence of an TTO and $ENVIRONMENT_{it}$ controls for the region's socioeconomic differences. In the estimations time fixed effects are also included.

To estimate the Equation (1) the following issues have been taken into consideration. First, patents are count data for which a Poisson or a negative binomial model is preferred. These models take into account this characteristic of the endogenous variable, as oppose to the lineal regression models estimated by ordinary least squares (Cameron and Trivedi, 1998). The Poisson model, however, is very restrictive, since it assumes equal mean and variance. The descriptive statistics (Table I) of the endogenous variable reveals the presence of overdispersion of the sample, with a standard deviation higher than the mean. Furthermore, the α values in the estimates are significantly different from zero. Consequently, for the estimations negative binomial models have been used as they are an appropriate alternative to the Poisson models and allow the presence of overdispersion.

Second, although a data panel is available, a pooled regression for the set of the period has been estimated, a method also used by Lach and Shankerman (2008) and Caldera and Debande (2010), in similar analyses for the USA and Spain, respectively. Fixed effects estimation methods are not particularly useful for this type of analysis since the relevant variation in the data are cross-sectional while there is little variation over time. In the estimations, robust standard errors clustered at university level were used to control for the existence of serial correlation within universities.

Third, a relevant problem of estimating the coefficients of the university patents is the possible endogeneity, due primarily to omitted variables such as, for example, the differences in institutional culture of the universities, scientific specialization or their historical experience in the activities of technology transfer (Lach and Shankerman, 2008). To control for this non-observable heterogeneity a procedure proposed by Blundell *et al.* (1999) is used. This consists of including, as an additional regressor, the mean for a previous period used in the estimations of the endogenous variable. The availability of data on the Mexican university patents for the period 1995-2005 helps the inclusion of this additional variable (Stockpat), following the same methods used by Lach and Shankerman (2008) and Caldera and Debande (2010).

Finally, an alternative specification to the negative binomial model is the zero-inflated negative binomial model to control for the possible presence of excess zeros in the endogenous variable. Although this is not a method which has been generalized in the analysis of empirical methods of the academic patents, this approximation is used by Foltz *et al.* (2003) for the analysis of determinants of the university patents in the field of agricultural biotechnology in the USA. The estimations with this specification, with also using different algorithms, do not allow a solution to be found in which the model converges, which suggest that it is not a proper choice for the available data (Greene, 2000).

The results (Table II) include two estimations in which the same independent variables are used, with the exception of the doctorate and postgraduate variables. The correlation between both variables is very high, therefore is it preferable to include

Variables	(1) Patents	(2) Patents
Technological	−0.040 [1.100]	0.126 [1.014]
Federal	0.099 [0.513]	0.169 [0.459]
Autonomy	0.437 [0.939]	0.896 [0.888]
Antuniv	−0.020 [0.016]	−0.020 [0.017]
Doctorate	16.06*** [0.863]	
Postgraduate		15.63*** [0.979]
PTC	0.0007* [0.0004]	0.0008** [0.0004]
TTO	1.853** [0.743]	1.887** [0.738]
PSNI_PTC	4.173 [3.202]	4.370 [3.049]
CIT_PUB	2.302 [1.587]	2.601** [1.199]
Regsecoa	1.914* [0.988]	2.029** [1.012]
Regsecom	1.626* [0.925]	1.774* [0.940]
Stockpat	−0.230 [0.277]	−0.310 [0.308]
Constant	−21.11*** [1.073]	−21.56*** [1.255]
N	320	320
LogL	−159.225	−161.057
Wald chi2	6,399.41	5,293.88
Prob > chi2	0.0000	0.0000
/lnalpha	−0.132	−0.476
Alpha	0.876	0.935

Notes: Robust standard errors clustered at university level in brackets. All the regressions include time fixed effects. *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.1$

Table II.
Estimation results
(negative binomial model)

them in alternatively in the estimations, which likewise helps to examine whether differences exist in the influence on university patents.

The results are consistent with the main analyses of the international literature. The estimations show the influence of the research capacity and quality of the universities in the obtaining of patents.

The two variables that account for the existence of a study offer of a PhD and postgraduate course have a positive sign and are highly significant. Likewise, another indicator of the quality of the research, such as the impact factor of the publications, measured by the number of references, also present a positive and significant parameter in one of the two estimations. The estimations show that even controlling for the previous patents, the size of the universities is an explanatory factor. This result suggests the need of a minimum size to be able to develop transfer of knowledge activities and the existence of scale economies in the achievement of these activities.

In contrast to these results, other variables which account for university characteristics are not significant. In particular the characteristic of being a university of technical orientation does not influence in obtaining patents. Although mentioned in the conceptual framework that the mission of universities with a technological orientation was to maintain a tight link with the industrial sector; in practice they have not been provided with the resources and infrastructure needed to transcend towards activities of generating and applying knowledge, having to focus only in transmitting knowledge.

The other relevant result is the positive sign and statistically significant corresponding to the existence of a TTO. Result which is similar to others obtained in other applied analysis (Caldera and Debande, 2010; Coupé, 2003). This result confirms the necessity of intermediaries, with specific skills, given the complexity

of managing patents and their commercialization. Using in the estimations another alternative indicator to having or not a TTO, such as the age gives similar results.

The results show the importance of the characteristic of the environment on university patents. The two variables referred to as socioeconomic level of the region distinguishing between high and medium level, are significant, with higher value of the parameter for high-level socioeconomic regions. Although most of Mexican universities' patents are individual applications and university-firm co-application is scarce, these results put into evidence that an environment with an advanced industrial network influences the production of inventions

5. Conclusions

The increasing incentives in Latin-American universities to embrace knowledge transfer activities have been driven by changes in regulation. Although we do not discuss the potential benefits and costs of this process and nor which way this focus will affect the balance of the social link which prevails between the universities and the environment in Latin America, it cannot be ignored that the region is not foreign to this increased process in the relationship with business and in general with the productive network. Between the different modes of relationships, this work has focused on the analysis of academic patents that although is still a channel less frequent of interaction, have experiment a notable increase in the last decade, and as previously mentioned for the case of Mexico.

The analysis shows that the main explanatory factors of university patents in Mexico are determined by the university's characteristics, such as their size and research quality, the existence of a TTO and socioeconomic level of the environment. These results, which are consistent with the international literature, reveal the complexity of using academic patents as a way for knowledge transfer. The generation of patents requires for universities to have available a certain research capacity and quality and that adequate mechanism and bodies to be in place, such as the TTO, so for the results from academic research, there can be derived inventions likely to be patented and later transferred to the productive network. It is necessary to have available a business environment which demands knowledge and that has the capacity of absorbing and transform the academic research results into commercial products. In contrast to these results, being a university with technological orientation does not influence patent production. The mission of technological universities is to keep a close link with industry, but in the practice this relation has been limited to labour force training and in some cases to provide consulting.

Results suggest that like in European countries (Baldini, 2006), changes in property rights laws, such as the academic inventors' participation in royalties distribution, can have limited effects if they are not accompanied with comprehensive actions for the different actors in the innovation system. In this regard, they show that it is hard for all universities to have the capacity to make the transition towards a third mission through the generation of patents, which points to the encouragement of certain specialization and differentiation of the universities. Also, universities have other missions and other ways of knowledge transfer which can have more relevant effects than patents in the region's economic development.

From the results of the empirical analysis, together with the growth of the patents in the last decade in Mexico, it is acknowledged in particular, that universities more active in applying for patents define their norms of guaranteeing the regulation

covering from the agreements of research and protection of original research results, until the benefit distribution obtained from the licensing. The existence of flexible and adequate lineaments to deal with university-industry links' individualities can impulse patent application from universities and more important, the transformation of scientific inventions into industrial innovations.

Besides the legal framework, it is convenient the creation and consolidation of the TTOs as a fundamental tool to make possible the relationship between universities and firms. These TTOs can be specific for the university, in big institutions, or for various universities to reach a critical mass of high degree of knowledge and specialization required for an organization of these characteristics. In this respect, local or regional governments can stimulate the creation of these structures which will join various universities and favour in this manner the cooperation between them and business and as such adjusting to the needs of the existing productive network. The TTOs also help firms working with academic institutions or those who want to start collaboration with the university, in finding a more beneficial route among the different alternatives which exist in the relationship university – industry.

Finally, it is convenient to have a support agency to coordinate TTOs which would be also a node to disseminate research results among academic centres and to transfer knowledge to the industrial sectors.

This work focused in the analysis of patents applied for universities. Consequently, it should be noted: first that the applications for patents by universities do not collect all the contribution of the university researchers in the generation of patents. As has been pointed out for European countries (Lissoni, et al., 2008) university researchers may appear as inventors in patents of applicants that are not universities. Second, to find impacts on innovation, patents must be licensed. Even when data are scarce this is not frequent in Latin America (Zuniga, 2011). Now, to advance in the analysis of the determinants of academic patents, and in particular, their impact on the economy, it would be needed to have more detailed information on the characteristics of the environment and its interaction with the university's research. Specifically, a more exhaustive knowledge of the typology of the local industry and the different modes of relationships between university and firms, including informal ways of interaction, would allow a more accurate examination of the effects of academic patents. These questions, together with the effects which could have the introduction of the universities to the distribution norms of the benefits derived from the patents, opens new fields of analysis to have available a broader knowledge on university patents in Latin America.

1. Introducción

Las universidades constituyen agentes fundamentales en los sistemas nacionales de innovación mediante sus actividades de investigación básica o a través de los resultados de investigación cercanos a la innovación industrial. En América Latina, la universidad es el principal empleador de investigadores y al mismo tiempo el mayor receptor de subsidios públicos para la investigación (OCDE, 2009).

Junto con sus funciones tradicionales de formación e investigación, se demanda cada vez más a las universidades que aumenten sus relaciones con las empresas y contribuyan al desarrollo económico y tecnológico. En esta función, señalada como la tercera misión de la universidad, se destacan las actividades de transferencia de conocimiento.

Entre estas actividades, las patentes universitarias, en la medida en que pueden acelerar la transferencia de conocimiento desde las universidades a las empresas y, en consecuencia, la innovación y el crecimiento, están recibiendo una notable atención,

tanto por parte de la investigación académica como por las políticas de fomento de la innovación (Baldini, 2006; Verspagen, 2006). La creciente demanda a las universidades para que participen en la generación de patentes ha suscitado un importante debate, dado que frente a los posibles beneficios también existen costos potenciales notables (Jaffe y Lerner, 2007; WIPO, 2011).

A pesar de que este debate sigue abierto, los datos muestran un elevado crecimiento de las patentes académicas, tanto en los países desarrollados como en los emergentes. Además, en ambos tipos de países, están teniendo lugar cambios legislativos para favorecer las solicitudes de patentes por parte de universidades y, en general, para impulsar la transferencia de conocimientos al tejido productivo (Zuniga, 2011).

El incremento de las patentes y su desigual distribución por universidades ha generado el interés académico sobre los factores explicativos de las patentes universitarias. Los estudios existentes, para Estados Unidos y varios países europeos, revelan el valor que las diferencias en el marco institucional y en las características individuales de las universidades tienen en las solicitudes de patentes (Baldini, 2006; Mowery y Sampat, 2006).

Este artículo contribuye a la literatura que analiza los factores explicativos de la producción de patentes universitarias mediante el análisis de un país latinoamericano, México. El análisis de México puede resultar de utilidad para el conjunto de países latinoamericanos dados sus rasgos comunes en el marco institucional en comparación con Estados Unidos o los países europeos. Además, el caso de México es de particular interés debido al notable crecimiento de las patentes académicas, que se han multiplicado prácticamente por cinco en la última década; a la elevada participación que tienen sobre el conjunto de patentes, y a los cambios legislativos recientes, en 2002 y 2009, con el objetivo de incentivar los vínculos entre las universidades y las empresas.

Tras esta introducción, el artículo se organiza de la siguiente manera: en el segundo apartado se aborda el marco teórico donde se examina la tercera misión de las universidades y se analiza la literatura internacional sobre determinantes de patentes universitarias. En la tercera parte se define la composición de la base de datos y se describen las variables de análisis con las correspondientes hipótesis. En el cuarto apartado se presentan el análisis econométrico y los resultados. El artículo finaliza con un apartado de conclusiones.

2. Marco conceptual

2.1. Tercera misión de las universidades

Desde comienzos de los años setenta, la política tecnológica se fue apartando del modelo lineal de la innovación, asumiendo un modelo más complejo explicativo de la dinámica de relaciones entre conocimiento y producción. Para dar cuenta de las transformaciones institucionales que se vinculan al surgimiento de la economía globalizada y basada en el conocimiento, se propone la noción de una triple hélice de relaciones universidad-gobierno-industria (Etzkowitz y Leydesdorff, 1995). Estos cambios no son solo teóricos. Por el contrario, están destinados a tener un impacto sobre el comportamiento y funcionamiento de las instituciones de educación superior.

En esta línea argumental hay que concretar que se ha ido revisando la función tradicional y principal de la universidad como institución de enseñanza superior. Esta revisión se ha centrado en un conjunto de funciones que se denominan como la tercera misión. Un primer enfoque recoge el conjunto de actividades que las universidades llevan a cabo con diferentes agentes sociales con los que se relacionan, y a los que transfiere su conocimiento. En suma, genera la investigación básica que la sociedad

reclama, realiza actividades orientadas a satisfacer las necesidades del bienestar social y a cooperar con los objetivos públicos y privados (Sheen, 1992).

Un segundo enfoque define la tercera misión como la necesidad de nuevos tipos de asociaciones entre instituciones de educación y empresas. En particular, se ha desarrollado como un modelo distintivo en el sistema educativo del Reino Unido donde la universidad incorpora en los contenidos curriculares ciertas conductas emprendedoras, habilidades y atributos asociados a la autonomía. Por otro lado, la universidad se vincula con la sociedad – ciudadanos y otros agentes del entorno como las Pymes y entidades públicas o privadas – incluyendo en el modelo de educación el aprendizaje dentro de la empresa, así como la resolución de problemas relacionados con el sector productivo, pudiendo incluso generar ingresos adicionales aunque no sea este su objetivo principal (Gibb, 1993).

Finalmente, el enfoque que más influencia está teniendo actualmente es el de la universidad emprendedora (Clark, 1998; Gibbons, 1998) que se sustenta en el proceso de la comercialización tecnológica de los recursos universitarios. La tercera misión se concibe desde la visión de la universidad como una institución básica para la transferencia de Investigación y desarrollo (I + D) y del conocimiento (Etzkowitz *et al.*, 2000; Schulte, 2004).

En América Latina, las universidades han tenido tradicionalmente un papel más social vinculado al apoyo a la resolución de ciertas necesidades de la región, adoptando su particular tercera misión donde la extensión como actividad académica condujo a una participación en el desarrollo social (Arocena y Sutz, 2005). De este modo, la universidad latinoamericana se autodefinió como una entidad de democratización y de reforma social, guiada por las actividades de enseñanza, investigación y extensión, esta última entendida como la colaboración directa con los sectores de la población menos favorecidos, a través de la difusión cultural y de la asistencia técnica.

Históricamente, las universidades y centros públicos de investigación han mantenido un mínimo nivel de relación con la industria, lo que contribuye a la debilidad de los sistemas de innovación en la región (Cimoli, 2000; Dutrénit *et al.*, 2010b). Asimismo, debido a la falta de tradición e incentivos se tiene un potencial poco aprovechado para dar un uso productivo a las capacidades de investigación (Thorn y Soo, 2006).

Sin embargo, están teniendo en la actualidad cambios notables y las universidades latinoamericanas se enfrentan a expectativas crecientes en cuanto a la transferencia de conocimiento y a su contribución a la innovación. Aunque las universidades se encuentran todavía en una fase de apertura a la colaboración con el sector productivo, destacan los cambios en las políticas de ciencia y tecnología que promueven en ellas la adopción de una nueva tercera misión y la participación activa de todos los agentes para consolidar los sistemas nacionales de innovación. Así, un número de universidades de América Latina ha aceptado este nuevo desafío mediante la transformación de sus estructuras de incentivos y de la participación en asociaciones de investigación públicas y privadas, con el establecimiento de empresas *spin-off* y la comercialización de sus patentes.

2.2. Determinantes de las patentes universitarias

Los análisis sobre las patentes académicas, a partir de los estudios iniciales sobre las universidades estadounidenses, han puesto de manifiesto algunos de los factores que influyen en su generación. Los principales elementos que se han considerado son las características institucionales de las universidades, los recursos dedicados a la I + D, los campos de especialización y la calidad de la investigación académica, la normativa en materia de propiedad industrial entre la universidad y los investigadores, las

estructuras de apoyo como las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) y las características del entorno (Azagra-Caro *et al.*, 2006; Caldera y Debande, 2010; Coupé, 2003; García-Quevedo, 2010; Geuna y Nesta, 2006; Henderson *et al.*, 1998; Lach y Shankerman, 2008; WIPO, 2011; Zuniga, 2011).

Uno de los trabajos pioneros fue el realizado por Henderson *et al.* (1998), comparando las patentes universitarias con una muestra de patentes industriales estadounidenses. Los autores señalan tres factores explicativos del aumento de las patentes universitarias: a) los cambios en el marco legal, derivados de la introducción de la ley Bayh-Dole en 1980, que otorgó a las universidades los derechos de propiedad de las patentes universitarias generadas por la investigación financiada por fondos públicos, b) el crecimiento de los recursos procedentes del sector empresarial destinados a apoyar la investigación universitarias y c) el aumento del número de oficinas de transferencia de tecnología.

Las normas universitarias sobre transferencia de tecnología pueden proporcionar a los académicos investigadores un fuerte incentivo para buscar posibles aplicaciones prácticas de su trabajo. Las investigaciones sobre los efectos de la ley Bayh-Dole en los Estados Unidos muestran que los acuerdos para la asignación de regalías varían sustancialmente entre universidades y que las universidades que asignan al personal una proporción más alta de los ingresos por regalías generan más patentes e ingresos por licencias (Lach y Shankerman, 2008). Sin embargo, los análisis para los países europeos ponen de manifiesto que las características específicas de las universidades, como el tamaño, especialización y calidad de la investigación, tienen una influencia significativa en la generación de patentes académicas que puede ser más relevante que los modos de regulación de la propiedad intelectual (Baldini, 2006).

Los recursos destinados a la I + D son una variable utilizada con frecuencia en los análisis aplicados (Azagra-Caro *et al.*, 2006; Coupé, 2003). En particular, Coupé (2003) considera que son una variable explicativa fundamental en la generación de patentes a la que deben añadirse otras variables al análisis como el carácter público o privado de la institución o el número de profesores, como medida de tamaño. No obstante, otros trabajos recientes como el de Caldera y Debande (2010) no lo incluyen por falta de información.

La existencia de una OTT y su papel en la gestión y posterior licencia de patentes es un elemento también considerado fundamental (p.e. Caldera y Debande, 2010; García-Quevedo, 2010; Lach y Shankerman, 2008). Las OTT son intermediarias en el sistema ciencia-tecnología-empresa, y su misión consiste en dinamizar las relaciones entre los agentes del sistema. Para ello se dedican a identificar las necesidades tecnológicas de los sectores socioeconómicos y a favorecer la transferencia de tecnología entre el sector público y el privado, contribuyendo a la aplicación y comercialización de los resultados de la I + D generada en las universidades y centros públicos de investigación.

Los análisis sobre las OTT destacan que una barrera importante para la comercialización de los resultados de investigación es la falta de enlace entre investigadores y mecanismos de transferencia tecnológica (Siegel *et al.*, 2007). A este respecto las políticas universitarias pueden ayudar a solucionar dicho problema, y mecanismos como la correcta definición de los contratos de licenciamiento pueden incentivar a los académicos para divulgar sus inventos y participar en el proceso de comercialización (Jensen y Thursby, 2001).

Por último, los enfoques interactivos del proceso innovador reconocen a la universidad un papel activo en la difusión del conocimiento, obligándola a conectarse de una forma estrecha con su entorno socioeconómico (Gibbons *et al.*, 1994). Las políticas tienden a

considerar los efectos benéficos de la aglomeración (Saxenian, 1996) y los trabajos existentes sugieren que los efectos indirectos de la investigación académica tienen lugar principalmente en el espacio geográfico donde esta se lleva a cabo (Jaffe, 1989).

3. Descripción de datos

3.1. Patentes académicas en México

En las universidades latinoamericanas la producción de patentes académicas es reciente. La actividad más destacable se presenta en México y Brasil. En México, las universidades participaban de modo limitado en actividades de transferencia tecnológica en comparación con los organismos públicos de investigación e institutos de tecnología.

Hoy día la tendencia en México, al igual que en otros países latinoamericanos, es al aumento y diversificación de los modos de transferencia por parte de las universidades (Zuniga, 2011). Entre los mecanismos que empiezan a adquirir más relevancia se destaca la producción de patentes académicas, que se ha visto favorecida por cambios legislativos. Empero, la transferencia de conocimientos ocurre a través de diversos canales, incluso por medios informales, como publicaciones, conferencias y contactos personales que, en el caso de México, son a menudo más valorados por las empresas y por los propios investigadores que otros mecanismos formales como las patentes (Dutrénit *et al.*, 2010a).

Las patentes académicas experimentan en México un crecimiento notable en la última década (Gráfico 1). Aunque en México, al igual que ocurre en el resto de países, las patentes presentan una elevada concentración en unas pocas universidades, un número creciente de universidades participa en actividades de transferencia de conocimientos, por medio de la solicitud de patentes. Mientras en el período 1995-1999, tan solo siete universidades habían solicitado al menos una patente, en el período más reciente, 2005-2009, este número aumentó a 15. Dicho crecimiento de las patentes universitarias se traduce en un incremento de su participación sobre el conjunto de

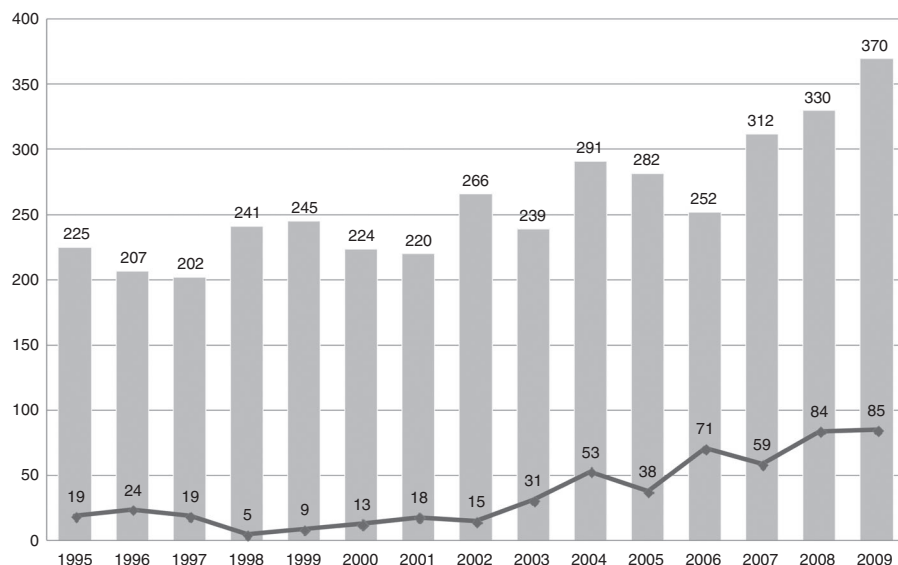


Gráfico 1.
Patentes concedidas a
solicitantes mexicanos y
universidades (1995-2009)

patentes solicitadas por mexicanos, participación que además presenta unos niveles elevados en comparación con otros países tanto latinoamericanos como del resto del mundo (WIPO, 2011).

El 95% de las patentes solicitadas por universidades mexicanas corresponde a entidades públicas. Los casos de colaboración de las universidades con otras instituciones para la solicitud de patentes son todavía infrecuentes. Del conjunto de las 534 patentes académicas del período 1995-2009, 54 patentes fueron solicitadas de manera conjunta por una universidad y otra entidad. De estas 54, el 24% con algún centro de investigación extranjero, 22% con un centro de investigación nacional, el 17% con alguna empresa extranjera, el 20% con una empresa nacional, el 15% en colaboración con otra universidad extranjera y el 2% con alguna universidad nacional.

En los análisis sobre las patentes académicas es necesario considerar el marco normativo, que puede presentar diferencias notables entre países (Zuniga, 2011). México cuenta con leyes y reglamentaciones que regulan los derechos de propiedad industrial en las instituciones de investigación financiadas con fondos públicos, tal como se detalla en el siguiente apartado. Adicionalmente, las instituciones cuentan con sus propias disposiciones internas para la transferencia de tecnología. La Ley de Ciencia y Tecnología de 2002 hizo hincapié en la importancia de mejorar los vínculos entre universidad e industria y el aumento de la inversión en investigación que se vieron reforzados por las reformas legislativas en el año 2009.

3.2. Variables explicativas

Para el análisis empírico de los factores determinantes de las patentes universitarias se ha elaborado una base de datos con información de distintas fuentes (véase cuadro 1 para el detalle de las variables, fuentes de información y estadísticos descriptivos). La información disponible para el período 2006-2009 corresponde a las 80 universidades públicas que, como se ha señalado, solicitan el 95% de las patentes académicas. La presentación de las variables y de sus principales características para México se realiza agrupándolas en tres categorías: a) las características institucionales de la universidad; b) la regulación y las oficinas de transferencia de tecnología y c) el entorno socioeconómico de la universidad.

3.2.1. Características institucionales de la universidad. México posee una diversidad de instituciones de educación superior (IES) en cuanto a cometido y estructura de financiamiento. El sistema está conformado por entidades públicas (estatales o federales) y privadas que poseen distintos perfiles y misiones: universidades, universidades tecnológicas, universidades politécnicas, institutos tecnológicos, instituciones de investigación y posgrado, escuelas normales y otras. Si bien las universidades tradicionales podrían tener mayor dificultad para satisfacer las demandas del mercado laboral local, en la práctica constituyen los pilares de la investigación y de los conocimientos especializados y participan activamente con los gobiernos estatales e instituciones públicas. En contraste, la orientación tecnológica ha estado vinculada, desde su origen, al desarrollo de los sectores prioritarios de la economía. Entre la definición de sus objetivos se establece una estrecha relación con los requerimientos del sector productivo. Por ello se ha incluido una variable (Tecnológica) para las universidades con esta orientación de los estudios que se espera tenga un efecto positivo en la producción de patentes.

Otra distinción clave es el carácter autónomo que implica una gobernanza propia en cuanto a normativa, contenidos curriculares, ejercicio presupuestal y gestión. La autonomía en el sistema de educación pública puede darse en los niveles federal y

estatal. Sin embargo, las entidades federales están dotadas de más recursos ya que poseen una infraestructura a nivel nacional. Considerando estas características se han introducido las variables Autónoma y Federal, con efectos esperados positivos y significativos en el modelo.

La oferta de programas de doctorado se puede considerar como uno de los productos de la investigación que llevan a cabo las universidades (Anuies, 2005) y es también un indicador de la calidad de su investigación. Las instituciones deben cumplir con los requisitos establecidos para el reconocimiento oficial de los estudios que imparten. En las entidades públicas de educación superior supone contar con una plantilla académica que cumpla el perfil deseable en la disciplina y el nivel de los programas de estudio, congruente con sus responsabilidades docentes y de generación o aplicación innovadora del conocimiento. En la actualidad, 40 de las 80 universidades públicas ofrecen programas de doctorado y además otras ocho brindan programas de posgrado. En ambos casos, la hipótesis a contrastar es la existencia de una vinculación positiva con la producción de patentes de las variables que representan la oferta de doctorado (Doctorado) o posgrado (Posgrado).

Para examinar la influencia de la calidad investigadora en la generación de patentes se utilizan otras dos variables más. Primera: se consideran los estándares establecidos por instituciones externas como el Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), creado para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología (*PSNI_PTC*). Segunda: se incluye un indicador de impacto de las publicaciones medido como el número de citas por publicación (*CIT_PUB*).

Finalmente, otras dos características de las universidades que pueden influir en su volumen de patentes son los recursos destinados a la I + D y el tamaño. En el primer caso no ha sido posible incorporar esta variable debido a que no se permite el acceso a los microdatos en este rubro. Los informes que proporcionan tanto el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) como el Conacyt presentan los datos globales de los programas sin hacer un desglose de los importes ejercidos por cada institución. No obstante, como se detalla más adelante, para controlar por posibles características de las universidades – para las que no existe información, o que no es observable –, se ha incluido en las regresiones la variable Stockpat que recoge la media de las patentes universitarias en el período 1995-2005, previo a las estimaciones. Por su parte, como variable de control del tamaño se utiliza el número de profesores a tiempo completo (Personaltc).

3.2.2. Regulación y oficinas de transferencia de tecnología. En países como México, Brasil y Chile se iniciaron experiencias exitosas a finales de los ochenta y en otros en los años noventa (Argentina, Colombia, Costa Rica y Venezuela), pero ha sido en la última década cuando las universidades han colocado las relaciones con el entorno socioeconómico, especialmente con las empresas, como una de las líneas prioritarias en su agenda política y han iniciado la puesta en marcha de estructuras de transferencia de tecnología, que en América Latina suelen llamarse unidades de vinculación (Castro y Vega, 2009; Zuniga, 2011).

En específico, en México, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de 2009 promueve la creación de unidades de transferencia de conocimientos con el objetivo de favorecer las relaciones universidad-empresa. En la actualidad, la mayoría de las universidades públicas mexicanas se encuentra en proceso de transformación de las estructuras de vinculación para lograr mayor interacción con el entorno y con el sistema productivo. Sin embargo, la creación de oficinas de transferencia en las

universidades mexicanas es aún incipiente y en algunos casos virtual. Hoy día, de las 80 universidades públicas, 25 disponen de una OTT creada en su gran mayoría en la última década. En las estimaciones y, de modo complementario, a la existencia de una OTT se ha incluido también su antigüedad (Antott) con el propósito de capturar el efecto de la experiencia. Empero, la falta de información ha impedido incluir otros aspectos tratados frecuentemente en la literatura sobre las OTT como son su tamaño o niveles de cualificación de su plantilla (Caldera y Debande, 2010).

La regulación sobre las patentes determina los derechos de propiedad y la distribución de los probables beneficios. Para analizar la influencia de los incentivos a los académicos para patentar, los estudios empíricos emplean, entre otros indicadores, el porcentaje de regalías que se concede al inventor académico. En el caso de México, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de 2009, con el objetivo de promover la comercialización de los derechos de propiedad intelectual e industrial contempla lineamientos que permiten otorgar al personal académico hasta el 70% de las regalías que se generen. Hasta ahora, sólo dos universidades tienen establecido un reglamento determinado mientras que en el resto se gestiona caso por caso, tomando como referencia lo establecido en la reforma del año 2009. Esta falta de definición en la distribución de regalías limita examinar la posible influencia de los incentivos a los investigadores en la generación de patentes.

3.2.3. Entorno socioeconómico. México se caracteriza por la existencia de notables diferencias interregionales en sus niveles de productividad y en sus capacidades para innovar (OCDE, 2009). Además, los vínculos entre las universidades y las empresas son escasos debido no únicamente a factores propios del sistema universitario sino también a las limitaciones de las empresas (Dutrénit, De Fuentes y Torres, 2010a). En general, el sector productivo en Latinoamérica no ha desarrollado iniciativas sistemáticas para incrementar sus actividades de investigación o para el establecimiento de vínculos más estrechos con universidades y laboratorios públicos. Ello puede dar cuenta de las dificultades que existen para promover las relaciones de la universidad con el entorno socioeconómico (Katz, 2006).

La información sobre las actividades de I + D e innovación en las regiones mexicanas es limitada (OCDE, 2009). En el mismo sentido la investigación dirigida al estudio de la innovación regional es reciente. Rozga (2002) ofreció una perspectiva de la localización regional de la innovación en México mediante el análisis de dos factores: a) la distribución regional del potencial tecnológico y b) el análisis de los polos de innovación. Entre sus resultados destaca que la zona metropolitana de la Ciudad de México abarcó la tercera parte de los posgrados impartidos en el país. Por su parte, Hernández y Díaz (2007) examinan los vínculos universidad-industria y estudian la relación de las patentes solicitadas en los estados que conforman la república mexicana con las publicaciones científicas y tesis consultadas. Los resultados muestran una correspondencia positiva entre estas variables para el conjunto de estados de mayor nivel de desarrollo e innovación y, además, que la innovación en México puede ser mejor explicada si se considera en los métodos de estimación el efecto de la concentración regional (Rozga, 2002). Finalmente, el análisis de Germán-Soto *et al.* (2009) ofrece evidencia sobre la importancia de la educación y las inversiones foráneas en el proceso de innovación de las entidades federativas de México y pone de manifiesto la existencia de importantes diferencias interregionales en los niveles de innovación.

Los resultados de estos trabajos confirman que el proceso de innovación en México presenta un patrón de localización con notables diferencias regionales y que los estados ubicados en el centro y en el occidente del país experimentaron un mayor proceso de

innovación tecnológica. Con el objetivo de controlar estas diferencias se han incorporado dos variables (Regsecoa y Regsecom).

4. Análisis econométrico y resultados

La estimación de los determinantes de las patentes de las universidades mexicanas se realiza a partir de las hipótesis presentadas en el apartado anterior y de la disponibilidad de información. La especificación del modelo empírico es similar a la de otros trabajos aplicados (Caldera y Debande, 2010; García-Quevedo, 2010; Lach y Shankerman, 2008) y, en concreto, se estima la siguiente ecuación:

$$PAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 UNIV_{it} + \beta_2 OTT_{it} + \beta_3 ENTORNO_{it} + \alpha_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde PAT_{it} son las patentes de la universidad i en el año t . Por su parte, las variables explicativas, tal y como se ha definido, son $UNIV_{it}$ que recoge las características institucionales de las universidades, OTT_{it} es un indicador de la existencia de una oficina de transferencia de tecnología y $ENTORNO_{it}$ controla las diferencias socioeconómicas de las regiones. En las estimaciones se incluyen además efectos fijos temporales.

Para la estimación de la ecuación (1) se han tenido en consideración los siguientes aspectos. Primero, las patentes son datos de recuento por lo que son preferibles modelos Poisson o binomiales negativos, que toman en cuenta esta característica de la variable endógena, a los modelos de regresión lineal estimados por mínimos cuadrados ordinarios (Cameron y Trivedi, 1998). Sin embargo, los modelos Poisson son muy restrictivos al asumir igualdad entre la media y la varianza. Los estadísticos descriptivos (cuadro 1) correspondientes a la variable endógena revelan la presencia de sobredispersión en la muestra, con una desviación estándar muy superior a la media. Además, los valores de alfa en las estimaciones también son significativamente diferentes de cero. En consecuencia, para las estimaciones se han usado modelos binomiales negativos que son una alternativa apropiada a los modelos Poisson y permiten la existencia de sobredispersión.

Segundo, aunque se dispone de un panel de datos, se ha estimado una regresión agrupada para el conjunto del período, procedimiento también empleado por Lach y Shankerman (2008) y Caldera y Debande (2010), en análisis similares para Estados Unidos y España respectivamente. Los métodos de estimación de efectos fijos no resultan particularmente útiles para este tipo de análisis dado que la variación relevante en los datos es transversal y, en cambio, existe muy poca variación temporal. En las estimaciones se han utilizado errores estándar robustos agrupados a nivel de universidad para controlar la existencia de correlación serial intrauniversidad.

Tercero, un problema relevante en las estimaciones de los determinantes de las patentes universitarias es la posible endogeneidad debida sobre todo a la existencia de variables omitidas como, por ejemplo, las diferencias en la cultura institucional de las universidades, especialización científica o en su experiencia histórica en las actividades de transferencia de tecnología (Lach y Shankerman, 2008). Para controlar por esta heterogeneidad no observable se utiliza el procedimiento propuesto por Blundell *et al.* (1999) que consiste en incluir, como un regresor adicional, la media, para un período previo al utilizado en las estimaciones, de la variable endógena. La disponibilidad de datos sobre las patentes de las universidades mexicanas para el período 1995-2005 facilita incorporar esta variable adicional (Stockpat), siguiendo el mismo procedimiento que utilizan Lach y Shankerman (2008) y Caldera y Debande (2010).

Variable	Descripción	Media	Desviación estándar
NPAT ¹	Número de patentes concedidas a la universidad por año. 2006-2009	0,869	3,348
Autónoma ²	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad es autónoma	0,475	0,500
Doctorado ²	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad imparte doctorado	0,5	0,501
Posgrado ²	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad imparte posgrado	0,6	0,491
Federal ²	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad es federal	0,075	0,264
Tecnológica ²	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad tiene orientación técnica	0,388	0,488
Antuniv ²	Número de años desde la fundación de la universidad hasta 2011	32,088	25,189
PTC ³	Personal de tiempo completo en la entidad. 2006-2009	577,723	1111,626
PSNI ⁴	Personal de tiempo completo perteneciente al SNI	125,344	409,086
PUB ⁵	Número de publicaciones de la universidad por año. 2006-2009	82,772	307,807
Citas ⁵	Número de citas recibidas por la universidad por año. 2006-2009	28,184	123,318
OTT ⁶	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad tiene OTT	0,313	0,464
Antott ⁶	Número de años desde la creación de la OTT hasta 2011	2,463	4,873
Regsecoa ⁷	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad se ubica en una región socioeconómica alta	0,188	0,391
Regsecom ⁸	<i>Dummy</i> que adopta el valor de 1 cuando la universidad se ubica en una región socioeconómica media	0,488	0,501

Notas: ¹Búsqueda por campo clave del solicitante, Esp@cenet de la Oficina Europea de Patentes. Arroja los datos sobre patentes cuyo solicitante sea al menos una universidad mexicana, se tomaron en cuenta todos los resultados, es decir, patentes con número de prioridad nacional e internacional, eliminando duplicidades de los registros de extensión a otros países por el título de la patente. ²Base de datos de la Anuiés, cotejado con la página web de cada universidad. ³Estudio comparativo de universidades mexicanas, empleando el explorador de datos del estudio comparativo de universidades mexicanas (ExECUM) de la Dirección General de Evaluación Institucional (DGEI), UNAM. La fuente primaria es el formato 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP). ⁴Base de datos Conacyt. ⁵Estudio comparativo de universidades mexicanas, usando el explorador de datos del estudio comparativo de universidades mexicanas (ExECUM) de la Dirección General de Evaluación Institucional (DGEI), UNAM. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex). Índice de Revistas de Investigación Científica y Tecnológica del Conacyt. ⁶Página web de cada universidad. ⁷Clasificación de regiones socioeconómicas, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), se consideran los estratos 7, 6 y 5. ⁸Clasificación de regiones socioeconómicas, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), se consideran los estratos 4 y 3

Cuadro 1.
Variables y estadísticos
descriptivos

Finalmente, una especificación alternativa al modelo binomial negativo es el denominado modelo binomial negativo inflado de ceros para controlar la posible existencia de un exceso de ceros en la variable endógena. Aunque no es un procedimiento que se haya generalizado en los análisis empíricos de las patentes académicas, esta aproximación es utilizada por Foltz *et al.* (2003) para el análisis de los determinantes de las patentes universitarias en el campo de la biotecnología agraria en Estados Unidos. La realización

de diferentes estimaciones con esta especificación, con el uso también de diferentes algoritmos, no permite encontrar una solución en la que el modelo converja, lo que sugiere que no es una especificación apropiada para los datos disponibles (Greene, 2000).

Los resultados (cuadro 2) incluyen dos estimaciones en las que se utilizan las mismas variables independientes, a excepción de las variables Doctorado y Posgrado. La correlación entre ambas variables es muy elevada, por lo que es preferible incluirlas de forma alternativa en las estimaciones, lo que asimismo ayuda a examinar si existen diferencias en su influencia sobre las patentes universitarias.

Los resultados son consistentes con los principales análisis de la literatura internacional. Las estimaciones ponen de manifiesto la influencia de la capacidad y calidad investigadora de las universidades en la obtención de patentes. Las dos variables que recogen respectivamente la existencia de una oferta de estudios de doctorado y de posgrado tienen un signo positivo y son altamente significativas. De igual modo, otro indicador de la calidad de la investigación como es el factor de impacto de las publicaciones, medida por el número de citas, también presenta un parámetro positivo y significativo en una de las dos estimaciones. Las estimaciones muestran que, aun controlando por las patentes previas, el tamaño de las universidades es un factor explicativo. Este resultado sugiere la necesidad de un tamaño mínimo para poder desarrollar actividades de transferencia de conocimientos y la existencia de economías de escala en la realización de estas actividades.

Frente a estos resultados, otras variables que recogen características de las universidades no se muestran significativas. En particular, la característica de ser una universidad con orientación técnica no influye en la obtención de patentes. Si bien en el marco conceptual se menciona que la misión de las universidades con orientación

Variables	(1) Patentes		(2) Patentes	
Tecnológica	−0,040	[1,100]	0,126	[1,014]
Federal	0,099	[0,513]	0,169	[0,459]
Autónoma	0,437	[0,939]	0,896	[0,888]
Antuniv	−0,020	[0,016]	−0,020	[0,017]
Doctorado	16,06***	[0,863]		
Posgrado			15,63***	[0,979]
PTC	0,0007*	[0,0004]	0,0008**	[0,0004]
OTT	1,853**	[0,743]	1,887**	[0,738]
PSNI_PTC	4,173	[3,202]	4,370	[3,049]
CIT_PUB	2,302	[1,587]	2,601**	[1,199]
Regsecoa	1,914*	[0,988]	2,029**	[1,012]
Regsecom	1,626*	[0,925]	1,774*	[0,940]
Stockpat	−0,230	[0,277]	−0,310	[0,308]
Constante	−21,11***	[1,073]	−21,56***	[1,255]
N	320		320	
LogL	−159,225		−161,057	
Wald chi2	6399,41		5293,88	
Prob > chi2	0,0000		0,0000	
/lnalpha	−0,132		−0,476	
alpha	0,876		0,935	

Notas: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Errores estándar robustos, agrupados a nivel de universidad, entre paréntesis. Todas las regresiones incluyen efectos fijos temporales

Cuadro 2.
Resultados de las
estimaciones. Modelo
binomial negativo

tecnológica era mantener una estrecha vinculación con el sector industrial, en la práctica no han sido dotadas de los recursos e infraestructura necesarios para trascender hacia las actividades de generación y aplicación del conocimiento, teniendo que enfocar sus esfuerzos en la transmisión de conocimientos.

El siguiente resultado que se destaca es el signo positivo y estadísticamente significativo correspondiente a la existencia de una OTT, resultado coincidente con los obtenidos en otros análisis aplicados (Caldera y Debande, 2010; Coupé, 2003). Este resultado confirma la necesidad de disponer de organismos intermediarios, con habilidades específicas, dada la complejidad que tiene la gestión de patentes y su posterior comercialización. La utilización en las estimaciones de un indicador alternativo al hecho de disponer o no de una OTT como es su antigüedad conduce a resultados similares.

Los resultados descubren la importancia de las características del entorno sobre las patentes universitarias. Las dos variables referidas al nivel socioeconómico de la región, distinguiendo entre nivel alto y medio, son significativas, con parámetros más elevados para las regiones de nivel alto. Aunque la mayoría de las patentes de las universidades mexicanas son de solicitud individual y continúan siendo exiguos los casos de colaboración universidad-empresa en la solicitud de patentes, estos resultados ponen de manifiesto que disponer de un entorno con un tejido productivo más avanzado influye en la generación de invenciones.

5. Conclusiones

En América Latina existe una creciente demanda para que las universidades participen en actividades de transferencia de conocimientos que ha sido impulsada por cambios normativos. Si bien no discutimos los potenciales beneficios y costos de este proceso y tampoco de qué manera este enfoque afecta el balance del vínculo social que prevalece entre las universidades y el entorno en América Latina, no se puede obviar que la región no es ajena a este proceso de aumento de la relación con las empresas y, en general, con el tejido productivo. Entre los distintos modos de relación, este trabajo se ha centrado en el análisis de las patentes académicas que aunque es todavía una vía poco frecuente de interacción, han experimentado un notable aumento en la última década, tal y como se ha expresado para el caso de México.

El análisis realizado muestra que los principales factores explicativos de las patentes universitarias en México son determinadas características de las universidades, como su tamaño y calidad investigadora, la existencia de una oficina de transferencia de tecnología y el nivel socioeconómico del entorno. Estos resultados, coincidentes con la literatura internacional, revelan la complejidad del uso de las patentes académicas como vía de transferencia de conocimientos. La generación de patentes requiere que las universidades dispongan de una cierta capacidad y calidad investigadora y que existan los mecanismos y organismos adecuados, como las OTT, para que, de los resultados de la investigación académica, se puedan derivar invenciones susceptibles de ser patentadas y transferidas luego al tejido productivo. Es necesario además disponer de un entorno empresarial que demande conocimientos y que tenga capacidad de absorción para convertir los resultados de la investigación académica en productos comerciales. En contraposición a estos resultados, ser una universidad con orientación tecnológica no incide en la producción de patentes. Aunque la misión de estas universidades es mantener una estrecha relación con el sector productivo, en la práctica se han limitado a cumplir una labor de formación de recursos humanos y, en algunos casos, proveer servicios de consultoría para el sector productivo.

Los resultados obtenidos sugieren, al igual que se ha señalado para los países europeos (Baldini, 2006), que cambios normativos que incidan en la regulación de la propiedad industrial como, por ejemplo, los referidos a la participación de los inventores académicos en las regalías de las patentes pueden tener efectos limitados si no van acompañados de acciones que incidan en los distintos elementos del sistema de innovación. En este mismo sentido, muestran que resulta difícil que todas las universidades cuenten con las capacidades para la transición hacia una tercera misión a través de la generación de patentes, lo que apunta hacia la conveniencia de cierta especialización y diferenciación en las instituciones universitarias. Además, las universidades disponen de otras misiones y de otros modos de transferencia de conocimientos que pueden tener efectos más relevantes que las patentes en el desarrollo económico de la región.

De los resultados del análisis aplicado, junto con el crecimiento observado de las patentes en la última década en México, se deriva la conveniencia de que, en particular, las universidades más activas en solicitar patentes definan sus normativas que garanticen la regulación desde los convenios de investigación y la protección de los resultados originales de la investigación, hasta la distribución de los beneficios obtenidos por el licenciamiento. La existencia de protocolos y de las normativas adecuadas, con el grado de flexibilidad suficiente que requiere la colaboración entre universidades y empresas, puede favorecer la solicitud de patentes universitarias y, lo que es más relevante, la transformación de invenciones científicas en innovaciones industriales.

Además del marco normativo, es conveniente la creación y consolidación de las OTT como instrumento fundamental para posibilitar las relaciones entre universidades y empresas. Estas OTT pueden ser específicas de universidad, cuando la institución tiene un tamaño suficiente, o de varias universidades para alcanzar la masa crítica que requiere el elevado grado de conocimiento y especialización propios de un organismo de estas características. En este sentido, los gobiernos locales o regionales pueden impulsar la creación de estas estructuras que aglutinen a varias universidades y favorecer así la cooperación entre ellas y con las empresas de modo que se ajusten a las necesidades del tejido productivo existente. Las OTT ayudan además a que las empresas que trabajan con instituciones académicas o que quieren iniciar una colaboración con la universidad encuentren la vía más beneficiosa entre las distintas alternativas que existen en las relaciones universidad-empresa.

Por último, es conveniente disponer de un organismo rector o de coordinación del conjunto de las OTT que sirva de apoyo a su funcionamiento y que constituya una red para difundir los resultados de la investigación entre los centros académicos y la transferencia de conocimientos hacia los sectores productivos.

Este trabajo se centró en el análisis de las patentes solicitadas por universidades. En consecuencia, conviene precisar, primero, que las patentes solicitadas por universidades no recogen toda la participación de los investigadores universitarios en la generación de patentes, ya que pueden figurar como inventores en patentes cuyos solicitantes son otras personas físicas o jurídicas diferentes de las universidades, tal y como se ha destacado para los países europeos (Lissoni *et al.*, 2008). Segundo, para que las patentes repercutan en la innovación es necesaria su explotación o comercialización y aunque los datos son limitados, la información existente muestra que es un hecho todavía muy infrecuente en América Latina (Zuniga, 2011). Ahora bien, para avanzar en el análisis de los determinantes de las patentes académicas y, en particular, en su impacto sobre la economía, convendría tener información más detallada sobre las características del entorno y de su interacción con la investigación universitaria. En concreto, un conocimiento más exhaustivo de la tipología de la industria local y de los

distintos modos de relación entre las universidades y las empresas, incluyendo las vías informales, permitiría examinar con más precisión los efectos de las patentes académicas. Estas cuestiones, junto con los efectos que pueda tener la introducción en las universidades de normas de distribución de los beneficios generados por las patentes, abren nuevos caminos de análisis para disponer de un conocimiento más completo sobre las patentes universitarias en América Latina.

References

- Arocena, R. and Sutz, J. (2005), "Evolutionary learning in underdevelopment", *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 1 No. 2, pp. 209-224.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Anuiés) (2005), *Transformación de las universidades públicas mexicanas 1994-2003*, Anuiés, México D. F.
- Azagra-Caro, J., Carayol, N. and Llerena, P. (2006), "Patent production at a European research university: exploratory evidence at the laboratory level", *Journal of Technology Transfer*, Vol. 31 No. 2, pp. 257-268.
- Baldini, N. (2006), "University patenting and licensing activity: a review of the literature", *Research Evaluation*, Vol. 15 No. 3, pp. 197-207.
- Blundell, R., Griffith, R. and Van Reenen, J. (1999), "Market shares, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 66 No. 3, pp. 529-554.
- Caldera, A. and Debande, O. (2010), "Performance of Spanish universities in technology transfer: an empirical analysis", *Research Policy*, Vol. 39 No. 9, pp. 1160-1173.
- Cameron, A. and Trivedi, P. (1998), *Regression Analysis of Count Data*, Cambridge University Press, Nueva York, NY.
- Castro, E. and Vega, J. (2009), "Las relaciones universidad-entorno socioeconómico en el espacio iberoamericano del conocimiento", *Revista CTS*, Vol. 12 No. 4, pp. 71-81.
- Cimoli, M. (Ed.) (2000), *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, Pinter, Londres.
- Clark, B. (1998), *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*, International Association of Universities and Elsevier Science, New York, NY.
- Coupé, T. (2003), "Science is golden: academic R&D and university patents", *Journal of Technology Transfer*, Vol. 28 No. 1, pp. 31-46.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C. and Torres, A. (2010a), "Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico", *Science and Public Policy*, Vol. 37 No. 7, pp. 513-526.
- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona-Alcantar, J., Puchet-Anyul, M., Santiago, F. and Vera-Cruz, A. (2010b), *El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos*, UAM/Textual S. A, México D. F.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (1995), "The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development", *EASST Review*, Vol. 14 No. 1, pp. 14-19.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C. and Terra, B. (2000), "The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm", *Research Policy*, Vol. 29 No. 2, pp. 313-330.
- Foltz, J.D., Kim, K. and Barham, B. (2003), "A dynamic analysis of university agricultural biotechnology patent production", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 85 No. 1, pp. 189-197.
- García-Quevedo, J. (2010), "Incentivos de los académicos para patentar", En Sanz, L. and Cruz, L. (Comps.), *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fecyt), Madrid, pp. 186-211.

-
- Germán-Soto, V., Gutiérrez, L. and Tovar, S. (2009), "Factores y relevancia geográfica del proceso de innovación regional en México, 1994-2006", *Estudios Económicos*, Vol. 24 No. 2, pp. 225-248.
- Geuna, A. and Nesta, L. (2006), "University patenting and its effects on academic research: the emerging European evidence", *Research Policy*, Vol. 35 No. 6, pp. 790-807.
- Gibb, A. (1993), "The enterprise culture and education: understanding enterprise education and its links with small business, entrepreneurship and wider educational goals", *International Small Business Journal*, Vol. 11 No. 3, pp. 14-34.
- Gibbons, M. (1998), *Higher Education Relevance in the 21st Century*, World Bank, Paris.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S. and Trow, M. (1994), *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Sage, London.
- Greene, W.H. (2000), *Econometric Analysis*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Henderson, R., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (1998), "Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 80 No. 1, pp. 119-127.
- Hernández, S. and Díaz, E. (2007), "La producción y el uso del conocimiento en México y su impacto en la innovación: análisis regional de las patentes solicitadas", *Análisis Económico*, Vol. 22 No. 50, pp. 185-217.
- Jaffe, A. (1989), "Real effects of academic research", *The American Economic Review*, Vol. 79 No. 5, pp. 957-970.
- Jaffe, A. and Lerner, J. (2007), "Academic science and entrepreneurship: dual engines of growth?", *Journal of Economic Behaviour & Organization*, Vol. 63 No. 4, pp. 573-576.
- Jensen, R. and Thursby, M. (2001), "Proofs and prototypes for sale: the licensing of university inventions", *American Economic Review*, Vol. 91 No. 1, pp. 240-259.
- Katz, J. (2006), "Cambio estructural y capacidad tecnológica local", *Revista de la CEPAL*, Vol. 89 Agosto, pp. 59-73.
- Lach, S. and Shankerman, M. (2008), "Incentives and invention in universities", *Rand Journal of Economics*, Vol. 39 No. 2, pp. 403-433.
- Lissoni, F., Llerena, P., McKelvey, M. and Sanditov, B. (2008), "Academic patenting in Europe: new evidence from the Keins database", *Research Evaluation*, Vol. 34 No. 7, pp. 1106-1112.
- Mowery, D.C. and Sampat, B.N. (2006), "Universities in national innovation systems", in Fagerberg, J., Mowery, D. and Nelson, R.R. (Eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Cambridge, MA, pp. 209-239.
- OCDE (2009), *Estudios de la OCDE. Innovación regional en 15 estados mexicanos*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Paris.
- Rozga, R. (2002), "Hacia una geografía de la innovación en México", *Nueva Antropología*, Vol. 18 No. 60, pp. 29-46.
- Saxenian, A. (1996), *Regional Advantage, Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, London.
- Schulte, P. (2004), "The entrepreneurial university: a strategy for institutional development", *Higher Education in Europe*, Vol. 28 No. 4, pp. 187-192.
- Sheen, D. (1992), "Barriers to scientific and technical knowledge acquisition in industrial R&D", *R&D Management*, Vol. 22 No. 2, pp. 135-143.
- Siegel, D.S., Veugelers, R. and Wright, M. (2007), "Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications", *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 23 No. 4, pp. 640-660.

Thorn, K. and Soo, M. (2006), "Latin American universities and the third mission", Working Paper No. 4002, Trends, challenges and policy options, World Bank Policy Research, Washington, DC.

Verspagen, B. (2006), "University research, intellectual property rights and European innovation systems", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 20 No. 4, pp. 607-632.

WIPO (2011), *World Intellectual Property Report 2011. The Changing Face of Innovation*, WIPO Economics & Statistics Series, Geneva.

Zuniga, P. (2011), "The state of patenting at research institutions in developing countries: policy approaches and practices", Working Papers No. 4, WIPO Economic Research, Geneva, December.

About the authors

María Guadalupe Calderón-Martínez is a PhD in Economics, Complutense University of Madrid, and Professor at the National Autonomous University of Mexico. She has had a research placement at the Centre for the Development of Industrial Technology of Spain's Ministry of Economy and Competitiveness, as well as postdoctoral stay in the Economics Institute of Barcelona (Spain). She is guest professor at the course of Expert in Management Innovation at the University of Cantabria (Spain) and member of the National System of Researchers (Conacyt). Her main research interests are knowledge management and technology transfer. María Guadalupe Calderón-Martínez is the corresponding author and can be contacted at: mgcalderon@comunidad.unam.mx

José García-Quevedo is a PhD in Economics and Management Sciences, University of Barcelona, and Full Professor at the same university. He is also a researcher of the Economics Institute of Barcelona, has published in journals such as *Kyklos*, *Regional Studies*, *Government and Policy*, *Small Business Economics*, and *Higher Education* and has been guest researcher at UNU-MERIT (Maastricht, Holland) and The National University of Mar del Plata (Argentina). His main lines of research are relationships, university-businesses relationships and the analysis and evaluation of innovation and technology policies.