

## Gestão do conhecimento científico e tendências científicas em biotecnologia na Venezuela

### *Management of scientific knowledge and scientific trends: biotechnology in Venezuela*

Maria de Fátima Ebole de Santana , Rosalba Gómez Martínez ,  
Nei Pereira Jr.  e Adelaide Maria de Souza Antunes \*

Este artigo apresenta um estudo da gestão do conhecimento e análise de tendências científicas em biotecnologia na Venezuela, provendo uma visão do perfil de desenvolvimento regional científico e em relação aos temas que englobam as áreas abrangidas pela biotecnologia, ambos baseados na análise de publicações científicas do país no período de 1995 a 2010. A pesquisa foi realizada na base de dados *ISI Web of Science* utilizando 60 termos selecionados por especialistas em biotecnologia. Um conjunto de 803 registros foi organizado e indicadores científicos foram produzidos através da utilização de ferramentas de mineração de dados/textos e uma análise da gestão do conhecimento e tendências científicas foi realizada. Foi possível observar número maior de publicações nas áreas: Ecologia e Ciências da Vida, com maior frequência de termos em competência PCR, DNA e Biodiversidade. Os resultados apontam os Estados Unidos como principal país parceiro externo nas publicações científicas, seguido da Espanha e da França. Também foi possível verificar grande rede de cooperações com outros países latino-americanos como Brasil, Colômbia e Chile. Constatou-se que o conhecimento científico em biotecnologia na Venezuela é desenvolvido por instituições públicas: universidades e centros de pesquisas governamentais, destacando-se: Universidad Central de Venezuela e Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

**Palavras-chave:** biotecnologia, gestão do conhecimento, redes tecnológicas, Venezuela

45

*This paper presents a study on knowledge management and the analysis of scientific biotechnology trends in Venezuela. It provides an overview of the science profile as well as its regional development and its relation to issues of topics covered by biotechnology, based on the analysis of scientific publications for the period 1995-2010. The survey was accomplished through the database ISI Web of Science, using 60 terms selected by experts in biotechnology. A set of 803 registers has been organized. Scientific indicators were produced using data/text mining tools in order to perform an analysis of knowledge management and scientific trends. This made possible the finding of a greater number of scientific publications in areas such as Ecology and Health, showing a greater frequency in terms competence (such as DNA, PCR and Biodiversity). Results pointed out that the United States is the main foreign partner-country of scientific publications, followed by Spain and France. A cooperation network with other Latin American countries (Brazil, Colombia and Chile) was also verified. Results showed that scientific knowledge is being developed by certain public institutions such as universities and government research centers, especially the Universidad Central de Venezuela and the Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.*

**Key words:** biotechnology, knowledge management, technological networks, Venezuela

\* *Maria de Fátima Ebole de Santana*: Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química/UFRJ. *Rosalba Gómez Martínez*: Licenciada em Biologia na Universidad Central de Venezuela, Ph.D. em Sistemática Vegetal pela Reading University. *Nei Pereira Jr.*: Professor Titular da Escola de Química da UFRJ; Engenheiro Químico (EQ/UFRJ, 1977); Mestre em Tecnologia de Processos Bioquímicos (EQ/UFRJ, 1982) e Doutor em Biotecnologia (The Victoria University of Manchester, UK, 1991). *Adelaide Maria de Souza Antunes*: Especialista Sênior do Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, Professora permanente do Mestrado Profissional em PI e Inovação do INPI, Professora permanente do Programa de Pós-Graduação de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Engenheira Química (EQ/UFRJ), Mestre em Engenharia Química (COPPE/UFRJ), Doutora em Engenharia Química (COPPE/UFRJ) e Pós-Doutorado pelo Instituto Francês de Petróleo - IFP, França.

## Introdução

Uma das características marcantes do mundo contemporâneo é a constante modificação do seu perfil, estando sujeito a transformações e mudanças contínuas que envolvem uma complexidade de dimensões até poucos anos atrás inimagináveis. A todo o momento, se delineiam horizontes diferentes e múltiplas perspectivas sobre os eventos e os acontecimentos surgem.

O progresso tecnológico tem sido a força motriz dominante na sociedade moderna conduzindo a uma ampla difusão dos produtos da atividade racional, científica, tecnológica e administrativa que, por sua vez, requerem novas formas de gestão (Antunes et al, 2008). Esse progresso tecnológico proclamou um novo paradigma baseado no desenvolvimento de um conjunto de tecnologias intensivas em conhecimento científico. Essas tecnologias correspondem a uma série de aplicações de descobertas científicas, cujo núcleo central consiste no desenvolvimento de uma capacidade cada vez maior de gestão da informação e do conhecimento, assim como, de suas aplicações direta no processo produtivo. Nesse cenário contemporâneo, os bens intangíveis como: o conhecimento (*know how*), o capital intelectual e as patentes tornam-se variáveis cada vez mais estratégicas e passam a ser mais valorados, de modo a ocupar o centro das formas contemporâneas de acumulação do capital.

46

O grande desafio do século XXI é o de aprimorar e adotar modelos de gestão capazes de favorecer a sinergia entre as atividades de ciência e tecnologia e o desenvolvimento econômico-social, além da promoção dessas atividades em rede (Canongia et al, 2004). Neste contexto, a biotecnologia é considerada uma das ferramentas tecnológicas mais importantes da atualidade. É tida como uma das tecnologias portadoras de futuro e suas aplicações têm contribuído para a estruturação de novos sistemas econômicos e sociais (Santana, 2008; Apud MCT, 2003). A biotecnologia representa um conjunto de tecnologias que “utilizam sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados para a produção ou modificação de produtos e processos para uso específico” (Convenção da Biodiversidade, 1992). Tem contribuído para gerar novos serviços de alto impacto em diversos segmentos industriais, com implicações na área da saúde onde assistimos a uma verdadeira revolução no tratamento de doenças e no uso de novos medicamentos para humanos; na área agrícola com a reprodução de espécies vegetais e no desenvolvimento de alimentos funcionais, na indústria química e petroquímica com a recuperação e tratamento de resíduos e efluentes; na utilização sustentável da biodiversidade, na indústria têxtil com o desenvolvimento de corantes biodegradáveis e novos materiais, dentre outras áreas.

Avaliando o potencial de aplicação da biotecnologia moderna para os próximos 20 anos, algumas áreas, de acordo especialistas da área, apresentam um grande impacto no futuro, sendo estas: a proteômica (identificação espacial das estruturas das proteínas) e a genômica, a farmacogenômica, biomateriais, bioengenharia e

engenharia genética, alimentos geneticamente modificados e a biologia sintética (Krattiger, 2002).<sup>1,2</sup>

Diante destas perspectivas promissoras, o monitoramento e a exploração dos avanços científicos e das tendências nesta área do conhecimento tornam-se essenciais para a busca de oportunidades em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e também para as potenciais inovações e oportunidades de negócios, tanto em países desenvolvidos como para economias emergentes, como é o caso da Venezuela.

Países ricos em biodiversidade, como é o caso da Venezuela, Brasil, Colômbia e Peru, entre outros, têm tentado desenvolver ou mesmo fortalecer capacidades nacionais em ciência e tecnologia (através do melhoramento da infraestrutura científica representada por laboratórios, da maior participação em redes de especialistas, da formação de recursos humanos, do aumento das publicações nacionais ou internacionais) que permitam uma melhor otimização e aplicação dos recursos científicos e econômicos e que possam gerar produtos tecnológicos baseados em uma biotecnologia desenvolvida nacionalmente (Torres e Velho, 2009).

Nesta conjuntura, visando dar suporte aos *stakeholders* no processo de tomada de decisão de investimento, este artigo apresenta as tendências científicas para a biotecnologia na Venezuela, mapeadas através de um conjunto de variáveis tais como: a identificação dos atores envolvidos bem como das parcerias institucionais, a formação de redes e as principais revistas de publicação dos artigos, utilizando para tal a análise de publicações científicas de circulação internacional deste país para o período de 1995 a 2010.

47

## **1. Biotecnologia, O Mercado Global e os Programas Governamentais em Biotecnologia na Venezuela**

Há séculos o Homem utiliza a biotecnologia no seu cotidiano, sendo relatadas na literatura as primeiras ações por volta do ano 2000 a.C. quando os humanos aprenderam a arte de cruzar espécies de plantas e animais, assim como o desenvolvimento das técnicas de fermentação para produção do pão e do álcool. Desde então, a evolução do conhecimento foi contínua e a ciência passou a concentrar esforços para identificar e utilizar microorganismos que podiam ter aplicações úteis para a indústria como, por exemplo, a produção de vacinas e antibióticos. Porém, o grande marco foi a identificação do DNA como material genético em 1944 por Avry Macleod e MCCarty e, posteriormente, a elucidação da

1. A engenharia genética designa uma técnica que permite a intervenção no genoma de um organismo, construindo novos genomas por recombinação de segmentos genômicos de um mesmo (introdução de um DNA) ou de diferentes cromossomas.

2. A biologia sintética é uma tecnologia que permite obter um novo código genético usando DNA fabricado, a partir do qual é possível projetar e construir, ou re-programar, organismos vivos para que executem tarefas diferentes das que seriam naturais. Mais recentemente, o termo tem sido utilizado de uma forma diferente, assinalando uma nova área de pesquisa que combina biologia e a engenharia para projetar e construir novas funções e sistemas biológicos (Revista FAPESP, 2010).

estrutura helicoidal em 1953, por Jim Watson e Francis Crick, por meio da qual se passou a explicar a transmissão hereditária (Larousse, 1978).

Porém, foi a partir de 1970 com a “Era da biotecnologia moderna” que os avanços tecnológicos revolucionaram a indústria como um todo. A descoberta realizada por Stanley Cohen e Hebert Bayer possibilitou reprogramar microorganismos de modo a obter certas características desejáveis, como animais e plantas transgênicos, o que passou a ser de grande interesse para várias indústrias como a química, a farmacêutica, a agricultura ou alimentos, a de tratamento de efluentes, entre outras. Em síntese, pode-se considerar que a ruptura entre a biotecnologia tradicional e a nova biotecnologia está concentrada nas manipulações do material genético e na criação de novos organismos (Gassen, 2000; Apud Santana, 2006).

À medida que o progresso tecnológico avança baseado nas Ciências da Vida, as possibilidades comerciais de se obterem produtos com maior valor agregado ou com menor custo de produção se multiplicam, atraindo um número cada vez maior de empresas de vários setores. Pode-se considerar que os mercados globais biotecnológicos mais explorados são os das áreas agrícola/alimentícia e saúde/farmacêutica.

Do ponto de vista econômico, a biotecnologia é um dos maiores focos de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados (Baker, 2005) e vem se tornando cada vez mais área prioritária também em países em desenvolvimento, devido estes possuírem grande biodiversidade.

48

A indústria da Biotecnologia vem crescendo rapidamente nos últimos anos, tendo mais que dobrado seu faturamento mundial no último decênio, passando de US\$ 8 bilhões em 1993 para US\$ 20 bilhões em 1999 (Macarenhas, 2001; Apud Ernst & Young, 2000). As cifras desse mercado não são muito concordantes. De acordo com a Biotechnology Industry Organization (2007), o mercado mundial de biotecnologia movimentou recursos de cerca de US\$ 410 bilhões por ano (2005), sendo uma indústria de valores expressivos. Segundo Ernest & Young LLP (2010) somente os Estados Unidos movimentou recursos da indústria da biotecnologia da ordem de US\$ 3,7 bilhões em 2009.

Na Venezuela as políticas governamentais de apoio ao desenvolvimento e financiamento em biotecnologia se iniciam na década de 1980 com a promoção de vários Programas dedicados a temática sob a coordenação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONICIT). Existe no país uma estrutura governamental direcionada para o desenvolvimento da área que permeia vários ministérios como: o Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), o Ministério do Ambiente Agricultura e Terras, Alimentação, Indústria e Comércio; o Ministério da Produção e Comércio; o Ministério da Saúde e Desenvolvimento Social. Além também do governo atuar através dos seus organismos adscritos, os setores acadêmico e privado.

O financiamento da pesquisa biotecnológica é realizado através de diferentes organismos: federais, privados e internacionais. A Lei Orgânica de Ciência, Tecnologia e Inovação (Decreto No. 1.290 de 26.09.01) define alguns organismos

promotores em âmbito nacional, sendo o Fundo Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (FONACIT) seu principal ator em nível nacional.

Foi nos finais dos anos de 1990 e meados da década de 2000 que o FONACIT financiou um conjunto significativo de projetos na área de biotecnologia através de um convênio entre Banco Interamericano de Desenvolvimento BID e o FONACIT (BID-FONACIT), que permitiu direcionar importantes recursos para a pesquisa nesta área no país. Existiram dois grandes projetos: BID-FONACIT I e BID-FONACIT II (2005). Esses dois programas financiaram projetos liderados por institutos de pesquisas adscritos ao MCT, como o Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), a Fundación Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), o Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), entre outros.

Em sua segunda fase o BID-FONACIT II financiou 36 projetos em áreas de pesquisa que envolve a Biotecnologia, com os objetivos de fortalecer redes, P&D, formar recursos humanos, melhor infraestruturas aos centros de pesquisa e a transferência de tecnologia. São exemplos de áreas prioritárias apoiadas: melhoramento vegetal e animal, tecnologia de alimentos, imunologia e bioinformática, diagnóstico e prospecção sobre biotecnologia e detecção de organismos geneticamente modificados (Melendez et al, 2007).

Outro marco nessa trajetória foi o lançamento da Missão Ciência por parte do MCT em 2006, que orientou importantes investimentos para projetos colaborativos em áreas específicas priorizadas pelo ministério, sendo uma delas a biotecnologia.

49

## 2. Procedimentos de recuperação dos documentos

A pesquisa baseou-se na recuperação de publicações científicas coletadas da base de dados *ISI Web of Science: Science Citation Index Expanded -SCIE* (1945-2011), *Social Sciences Citation Index -SSCI* (1956-2011) e *Arts & Humanities Citation Index -A&HCI* (1975-2011). Trata-se de uma fonte de dados bibliográficos que é referência internacional para geração de indicadores de C&T e Inovação. Para alcançar o objetivo proposto em relação à mineração da produção científica em biotecnologia da Venezuela para o período de 15 anos (1995 a 2010), 60 termos distintos (**Tabela 1**), a partir de uma seleção por especialistas da área de biotecnologia buscados nas bases do CvLAC Venezuela (Plataforma Lattes), Plataforma Lattes CNPq/Brasil, pesquisadores entrevistados e, por seleção a partir de referências bibliográficas, foram utilizados para início das buscas na base de dados *ISI Web of Science*. Cabe ressaltar que a escolha dos especialistas foi realizada de modo a representar todo o universo abrangido pela biotecnologia. Para analisar as temáticas das publicações científicas de circulação internacional utilizou-se os campos de Títulos, Resumo e Palavra-chave.

O tratamento da informação a partir dos artigos recuperados foi realizado utilizando-se um software *Vantage Point(r)* como ferramenta de *text* e *data mining*, de modo a ampliar e enriquecer os resultados. Esta ferramenta de gestão da informação permite apresentar correlações de diferentes variáveis de interesse, bem como

visualizar mapas de colaborações entre instituições e países, identificar as principais revistas de publicação, identificar os *top termos* ou termos mais freqüentes e construir série histórica de uma determinada variável, entre outras possibilidades.

Macro-indicadores são gerados, usando as fontes de mineração de texto e de dados, provendo um panorama holístico da produção científica para Biotecnologia na Venezuela, abordando os principais aspectos:

- Número total de artigos publicados por ano (1995 a 2010) e a tendência de publicação relativa aos termos mais freqüentemente utilizados na biotecnologia;
- Principais áreas do conhecimento e número de artigos publicados relativo aos termos usados na biotecnologia;
- Principais periódicos em que as instituições publicam artigos com os termos mais freqüentes na biotecnologia;
- Número de artigos publicados por instituições e mapas de colaboração entre instituições e países permitindo identificar redes de parcerias.

**Tabela 1. Termos relacionados à biotecnologia utilizados para busca inicial na base de dados ISI Web of Science**

Antisense	Biomateriais	Engenharia de proteínas	OGM
Antígeno recombinante	Biopolímero	Engenharia genética	Proteína
Biodiversidade	Bioprocesso	Engenharia metabólica	Proteína recombinante
Biocatalisador	Bioprospecção	Engenharia molecular	Proteoma
Biocombustível	Biorreator	Expressão gênica	Proteômica
Bioeconomia	Biorremediação	Farmacogenômica	PCR
Bioengenharia	Biosensor	Fitorremediação	RNA
Bioética	Biossorção	Gene	Sequenciamento de DNA
Biofiltração	Biossurfactante	Genética	Sequenciamento de RNA
Bioindústria	Biosulfurização	Genoma	Transcriptoma
Bioinformática	Biotecnologia	Genômica	Transgênico
Biolixiviação	Células-tronco	Microbiota	Terapia celular
Biologia computacional	Clonagem	Modelagem biológica	Terapia gênica
Bioma	Células T	Nanobiotecnologia	Terapia molecular
Biomassa	DNA	Peptídeo	Vacina

Fonte: Elaboração própria

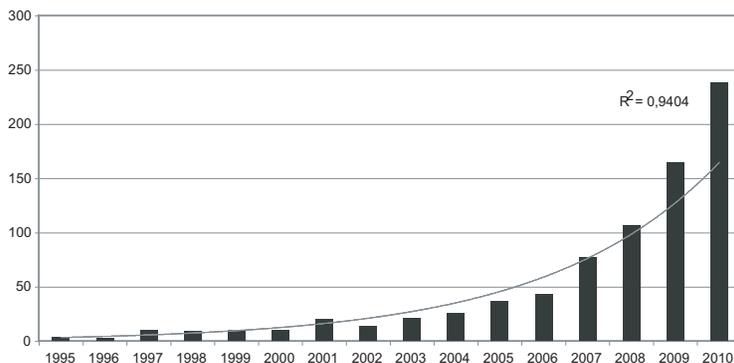
## 2.a. Resultados e discussões

### ***1. Panorama global do desenvolvimento científico em biotecnologia no país***

Com respeito à produção científica sobre a área de biotecnologia para o período compreendido entre 1995 e 2010, foi recuperado um total de 803 documentos contendo os termos selecionados pelos especialistas nos campos de título, resumo e palavras-chave, tendo como país de origem a Venezuela. Ao observar o número de artigos acumulados no período, nota-se uma tendência crescente de publicações, o que denota uma atividade científica intensiva nestes últimos 15 anos, notadamente

nos últimos 5 anos, apresentando uma tendência exponencial de crescimento, com aumento da produção maior que 5.900%, como pode ser visto no **Gráfico 1**.

**Gráfico 1. Evolução temporal do número de publicações científicas para biotecnologia na Venezuela (1995 a 2010)**

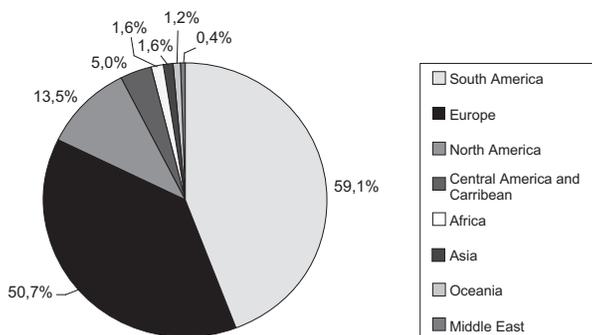


Fonte: Elaboração própria

Através de uma análise macro pode-se observar que estas publicações ocorrem em colaboração com autores de outros países. A América Latina se apresenta como a região de maior parceria em relação a publicações científicas na área da biotecnologia com a Venezuela (59,1%), incluindo a Venezuela neste grupo, seguida da Europa (50,7%) e posteriormente a América do Norte (13,5%). O **Gráfico 2**, a seguir, apresenta essa distribuição por região.

51

**Gráfico 2. Distribuição % das publicações científicas Venezuelana em biotecnologia com as demais regiões (1995-2010)**



Fonte: Elaboração própria

Com respeito aos termos mais frequentes utilizados para área da biotecnologia na Venezuela, percebe-se uma grande dispersão em relação aos mesmos, ou seja, aparecem como resultado mais de 2.000 termos diferentes (*key words*) descritos pelos autores nas publicações científicas como exemplos: *Leishmania*, *Chagas disease*, *Hypertension*, entre outros, que não foram utilizados como descritores iniciais na realização da busca na base de dados. Quanto à análise específica destes termos, observa-se que alguns termos como PCR e DNA, inicialmente utilizados nas buscas na base de publicações científicas *ISI Web of Science*, são frequentemente utilizados praticamente desde o início do período analisado, ou seja, desde 1998, estando estes associados às técnicas da biotecnologia moderna. Outros termos como “Proteômica” (3 artigos publicados em 2007, 2008 e 2009) e “Células-tronco” (1 artigo publicado em 2008) são menos frequentes, porém, estão relacionados às tecnologias mais avançadas portadoras de futuro dentro da biotecnologia moderna, sendo citados no Brasil pelo Comitê Nacional de Biotecnologia (2008) dentro das áreas de fronteira da biotecnologia. Segundo Krattiger (2002), algumas áreas da biotecnologia terão um grande impacto no futuro próximo no desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações, sendo estas: a genômica, a transcriptômica, a proteômica, farmacogenômica, bioengenharia, biomateriais e a biologia sintética e, alguns termos relacionados às estas temáticas foram detectados nesse conjunto de dados. A **Tabela 2** apresenta os termos com mais de 3 citações relacionados à área da biotecnologia e referente ao ano onde este foi primeiramente utilizado e o último ano de citação, respectivamente.

52

Termos inicialmente utilizados na busca como PCR, DNA, Biotecnologia, Biodiversidade, Biomaterial, Vacina, entre outros, listados na **Tabela 1**, foram identificados dentro do conjunto de 2.000 termos encontrados. Alguns termos listados na **Tabela 1** encontram-se assinalados em negrito na **Tabela 2** a seguir, e representam 1,5 % do total de termos encontrados relacionados à área da biotecnologia.

**Tabela 2. Termos com mais de 3 citações utilizados pelos autores nos campos de título, resumo e palavra-chave nos artigos publicados na Venezuela e os anos de primeiro e última publicação**

N° de Artigos	Termo Mais Frequente	N° de Artigos	Termo Mais Frequente
	(Palavras-chave)		(Palavras-chave)
48	<b>PCR</b> (1998 – 2010)	6	Taxonomy (1998 – 2010)
38	<b>DNA</b> (1998 – 2010)	6	Malaria (1998 – 2009)
18	<b>Biodiversity</b> (2005 – 2010)	5	Biogeography (2007 – 2009)
17	Chronic liver diseases (2004 – 2010)	5	Dengue (2009 – 2010)
16	<b>Genetics</b> (2002 – 2010)	5	ELISA (2001 – 2009)
15	<i>Trypanosoma cruzi</i> I (2003 – 2010)	4	<b>Gene expression</b> (2004 – 2010)
14	Leishmania (1999 – 2010)	4	Hypertension (2004 – 2010)
12	Immune system (2000 – 2010)	4	<b>Molecular diagnosis</b> (2007 – 2010)
11	Chagas disease (1998 – 2010)	4	<b>Biomaterial</b> (1997 – 2009)
10	Ecology (1999 – 2010)	3	Cardiovascular disease (2008 – 2010)
10	Phylogeny (2002 – 2010)	3	Computational screening (1999 – 2009)
8	Genotype (2007 – 2010)	3	<b>Vaccine</b> (2002 – 2010)
7	<b>Recombinant protein</b> (2002 – 2010)	3	Antibacterial (2001 – 2009)
7	<b>T cells</b> (2003 – 2010)	3	Biofluids (2001 – 2008)
6	Bacteria (2007 – 2010)	3	Biomarkers (2007 – 2010)
6	Biodegradation (2000 – 2008)	3	<b>Biomass</b> (2009 – 2010)
6	Bovine (2004 – 2010)	3	<b>Biotechnology</b> (1997 – 2005)
6	Fish (2007 – 2009)	3	Growth factors (2001 – 2005)
6	Gastric pathologies (2001 – 2010)	3	<b>Proteomic</b> (2007 – 2009)

Fonte: Elaboração própria

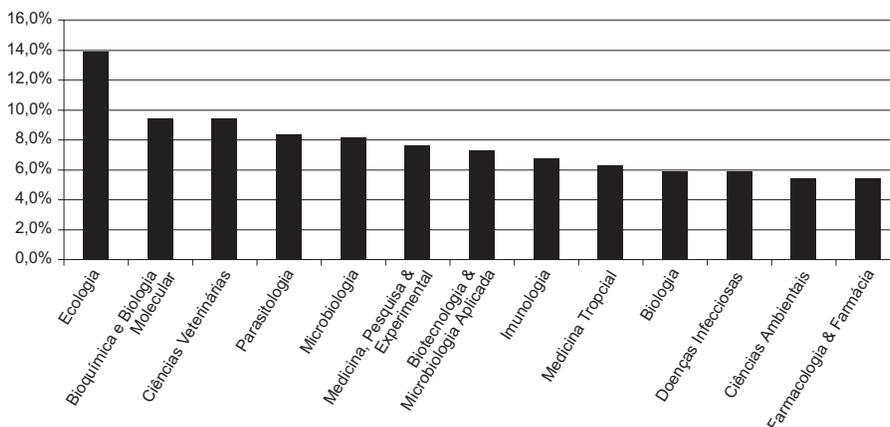
53

Do total de publicações científicas encontradas, observa-se que 23% mencionam uma aplicação potencial e as demais publicações restantes, por se tratarem de uma pesquisa básica, não tem identificação precisa de uma possível aplicação. Porém, os dados coletados apontam que a pesquisa científica em biotecnologia na Venezuela está voltada para estudar aspectos muito relevantes para os problemas sociais do país, principalmente relacionados às doenças tropicais.

### **ii. Perfil do desenvolvimento científico em biotecnologia**

Por sua intrínseca característica da multidisciplinaridade, a biotecnologia permeia várias áreas do conhecimento e, quando se analisa a frequência de publicação científica por área, observa-se uma predominância na área da Ecologia (13,9%), seguida das áreas: Bioquímica e Biologia Molecular e Ciências Veterinárias, ambas representando 9,4% do total de artigos, respectivamente. Porém, ressalta-se a grande dispersão das publicações científicas por todas as áreas temáticas. O **Gráfico 3** apresenta essa distribuição percentual para as 13 áreas do conhecimento com números de publicações superiores a 30.

**Gráfico 3. Distribuição percentual das publicações científicas da biotecnologia pelas áreas do conhecimento indexados na base de dados (1995 a 2010)**



Fonte: Elaboração própria

54

Dos 803 artigos publicados em revistas indexadas internacionalmente nota-se uma tendência de publicação as seguintes principais temáticas: Veterinária (%) e Saúde (%). Cabe ressaltar que estas áreas temáticas coincidem com as principais palavras-chave identificadas anteriormente. Outro aspecto a ser observado é a regionalidade das 20 principais revistas, ou seja, a maioria dos artigos científicos venezuelanos é submetida em periódicos de países da América Latina (47,6%), predominantemente em revistas indexadas venezuelanas (33% do total). Este indicador reflete a pouca dinâmica de cooperação internacional dos grupos de pesquisa venezuelanos. Entre os títulos das revistas indexadas, *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinárias* possui o maior número de artigos (42), seguida de outras revistas como a *Interciencia* (41) e a *Investigacion Clinica* (34). A **Tabela 3** apresenta as 21 principais revistas com número de publicações científicas superiores a 5 artigos.

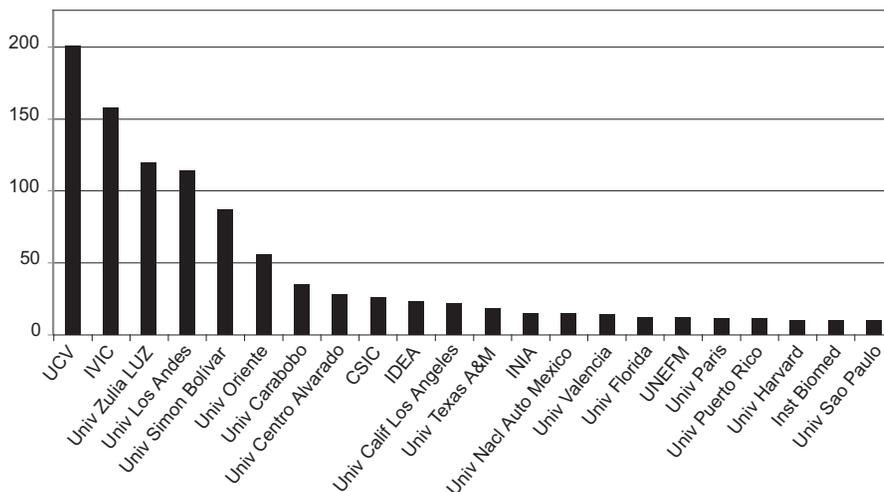
**Tabela 3. Principais revistas indexadas internacionalmente com artigos relacionados à biotecnologia**

Revistas Indexadas	País	Número de Artigos	Revistas Indexadas	País	Número de Artigos
<i>Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinárias</i>	Venezuela	42	<i>Conservation Biology</i>	EUA	6
<i>Interciencia</i>	Venezuela	41	<i>Molecular and Biochemical Parasitology</i>	EUA	6
<i>Investigación Clínica</i>	Venezuela	34	<i>Plos One</i>	EUA-Inglaterra	6
<i>Revista de Biología Tropical</i>	Costa Rica	12	<i>American Journal of Therapeutics</i>	EUA	5
<i>Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia</i>	Venezuela	10	<i>Biomedica</i>	Colômbia	5
<i>Acta Microscopica</i>	Venezuela	9	<i>Parasitology Research</i>	Alemanha	5
<i>American Journal of Tropical Medicine and Hygiene</i>	EUA	8	<i>Revista Chilena de Infectología</i>	Chile	5
<i>Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia</i>	Venezuela	8	<i>Soil Biology &amp; Biochemistry</i>	Inglaterra	5
<i>Boletín de Malariología y Salud Ambiental</i>	Venezuela	7	<i>Talanta</i>	Holanda	5
<i>Science</i>	EUA	7	<i>Veterinary Parasitology</i>	Índia	5
<i>Toxicon</i>	EUA	7			

Fonte: Elaboração própria

Considerando a vinculação institucional dos autores, observa-se a existência de 290 instituições, demonstrando uma dispersão elevada entre as instituições autoras. Cabe ressaltar que algumas instituições apresentam destaque com relação ao número de publicações, sendo estas: a Universidad Central de Venezuela (UCV) representando 201 artigos (25,0%), seguido do Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) com 158 (19,7%) e da Universidad de Zulia (LUZ) com 120 (14,9%), artigos respectivamente. Outro aspecto observado é a predominância de instituições públicas governamentais, sejam estas universidades ou centros de pesquisa, evidenciando a concentração das atividades em biotecnologia em nível acadêmico e investigativo por parte de instituições públicas ou corporações sem fins lucrativos. Cabe ressaltar também o pequeno número de publicações científicas indexadas por empresa venezuelana no período observado, menos de 1%, o que indica um pequeno número de empresas atuando na referida área ou que estas ainda estão consolidando suas capacidades. O **Gráfico 4** apresenta as instituições que publicaram mais de 10 artigos no período observado.

**Gráfico 4. Principais instituições com publicação em biotecnologia na Venezuela (1995 a 2010)**



56

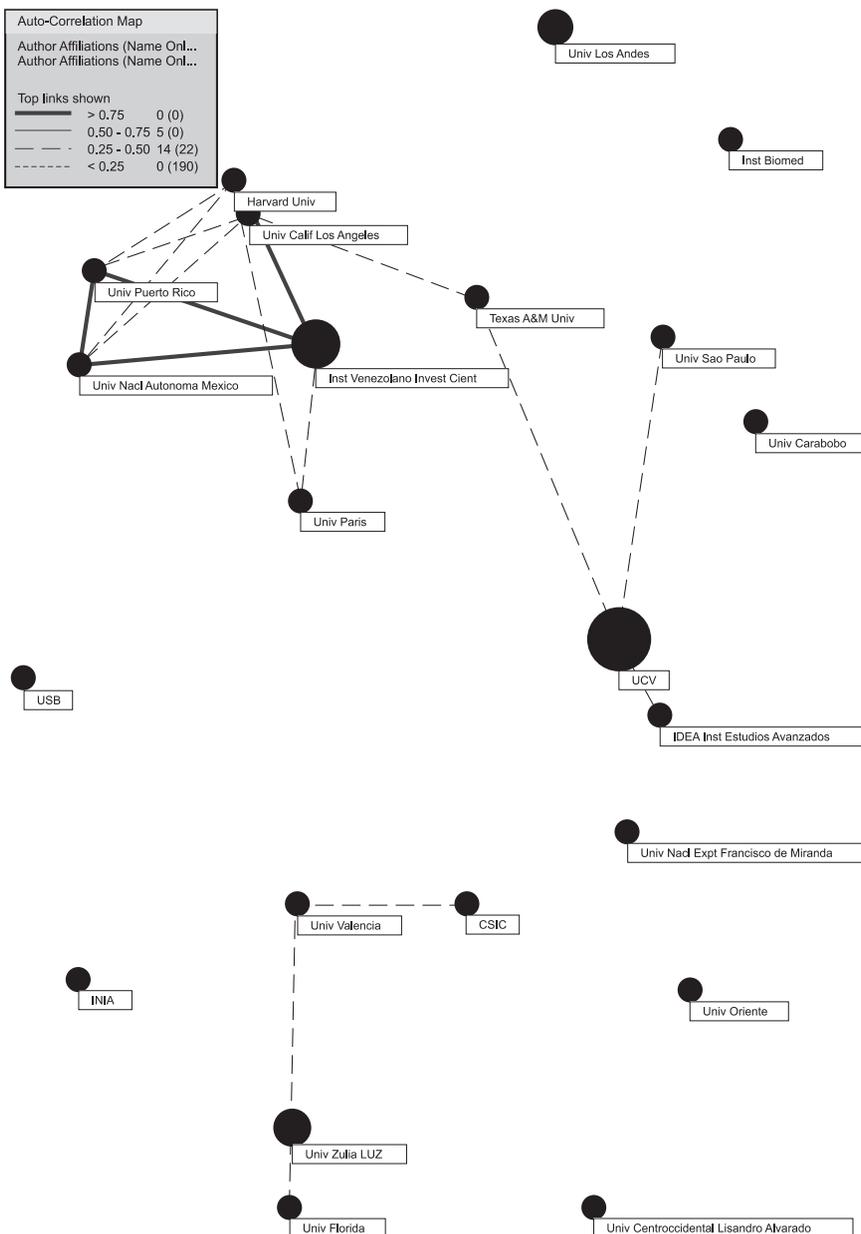
### 3. Mapas do conhecimento e formação de redes de colaboração

No que tange a análise das relações entre os agentes que compõe o Sistema Organizacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de um país, muitos autores referem-se à idéia central da valorização da formação de redes e as interações entre os componentes deste sistema, sendo os principais atores: as instituições, as organizações e os indivíduos, de modo a promover a difusão e o uso dos novos conhecimentos científicos (Freeman, 1987). Nesse sentido buscou-se observar neste estudo como estes atores relacionam entre si utilizando como instrumento o número de publicações científicas em cooperação entre instituições e entre países, ou seja, uma análise dos vínculos estabelecidos entre as organizações e, em um nível macro, as relações internacionais desenvolvidas por estas instituições de P&D. A melhor forma de representação destas colaborações é a visualização de mapas do conhecimento onde fica nítida a existência ou não de correlações e o seu grau de sua intensidade, o que fornecem aos tomadores de decisão subsídios estratégicos no planejamento futuro das atividades nacionais de CT&I.

Na Venezuela, para a área da biotecnologia, no que se refere ao mapa da rede de autorias dos artigos, identifica-se uma intensa colaboração entre diferentes instituições, porém, principalmente entre instituições venezuelanas, isto é, 98,8% dos artigos com colaboração interna, o que corrobora a vontade de desenvolver capacidade endógena dos grupos venezuelanos para realizar trabalhos e publicar artigos com pequeno apoio de cooperação internacional. Percebem-se três grupos

com forte colaboração, na qual se destacam as universidades: Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad de Zulia (LUZ), Instituto de Estudios Avanzados (IDEA) e o Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Estas colaborações entre as instituições venezuelanas demonstram que as relações estão baseadas mais fortemente no modelo de interação entre universidades, centros de pesquisa e fundações não governamentais de pesquisa e pouco com empresas. Cabe ressaltar, esse cenário vem se modificando a partir da implementação da Lei Orgânica de Ciência Tecnologia e Inovação em 2001, onde o setor empresarial foi estimulado a investir mais em atividades de C,T&I internas e/ou em parcerias com instituições públicas, visando promover alianças em trabalhos científicos entre universidades ou centro de pesquisas com o setor empresarial (LOCTI, 2001). A **Figura 1** apresenta as redes de colaboração entre as instituições com mais de 10 artigos publicados.

Figura 1. Mapa de relações institucionais na área da biotecnologia para a Venezuela<sup>3</sup>



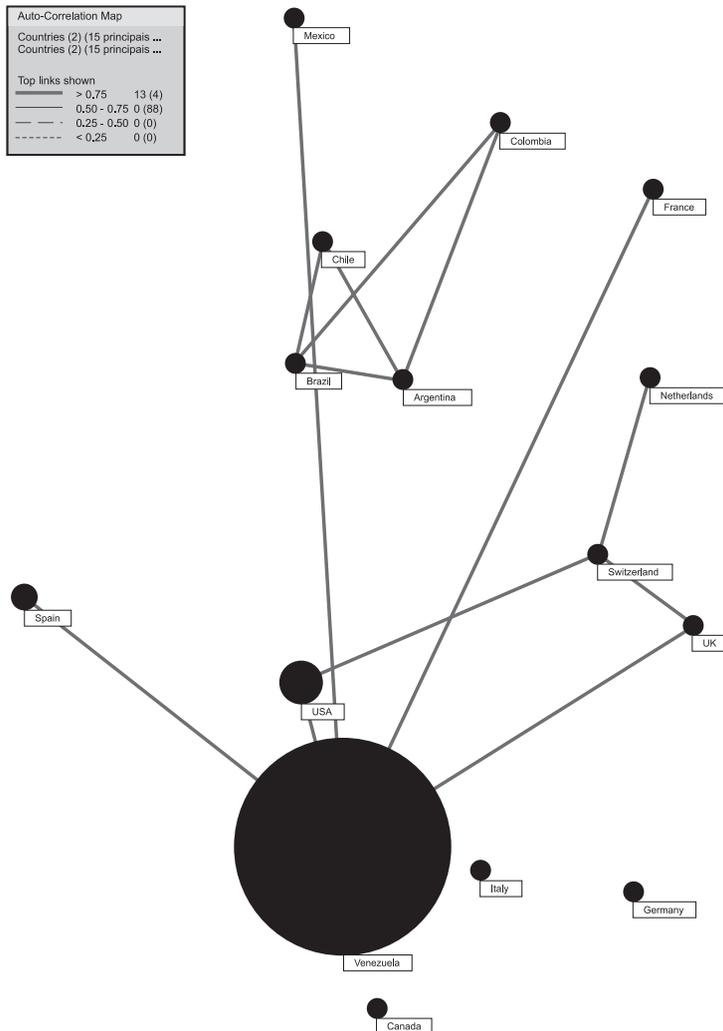
58

Fonte: Apresentação gráfica software *Vantage Point (r)*

3. O tamanho dos nódulos nos mapas do conhecimento representa o número de publicações, enquanto as linhas representam a relação entre os itens. O tamanho do nódulo maior representa maior número de publicações, enquanto a espessura das linhas representa maior intensidade de colaboração. Apresentação gráfica do software *Vantage Point(r)*.

Sob uma perspectiva macro, nota-se uma grande colaboração internacional, destacando principalmente 5 países: Estados Unidos (20,3%), Espanha (12,6%), França (7,5%), Reino Unido (6,3%) e Brasil (6,2%). Conforme visto anteriormente, quando se desenvolve um olhar mais focado na América Latina, principal bloco de cooperação científica, identifica-se que a Venezuela possui redes de colaboração científica e de pesquisa com quase todos os países. O Brasil apresenta-se como principal país co-autor em número de artigos (6,2%), seguidos da Colômbia (4,4%), da Argentina (2,9%), do Chile (2,0%) e, por fim, do Peru (1,1%) (**Figura 2**).

**Figura 2. Mapa de relações entre os 30 principais países e a Venezuela com publicações em biotecnologia**



Fonte: Apresentação gráfica software *Vantage Point* (r)

## Considerações finais

Tradicionalmente a biotecnologia é uma tecnologia fortemente dependente dos estudos realizados na área da pesquisa básica e, o seu sucesso em qualquer país está fortemente ligado a políticas governamentais de promoção relativas à ciência e a sua difusão tecnológica.

Este artigo apresenta o crescente dinamismo da pesquisa científica da biotecnologia na Venezuela, observando um crescimento maior de 5.900%, em 15 anos, em relação ao número de publicações científicas na área, principalmente nos últimos 5 anos.

Com respeito aos termos pesquisados, identifica-se que “PCR” e “DNA” estão entre os termos mais frequentemente utilizados, sendo citados como *key words* pelos autores desde o ano de 1998 nas publicações científicas relativas a área, sendo os principais periódicos: a *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias* e a *Interciencia*. Cabe ressaltar que termos relativos a área de fronteira do conhecimento em biotecnologia também apareceram nesta pesquisa, tais como: proteômica e células-tronco, sinalizando que as pesquisas científicas nesta área na Venezuela estão em concordância com os avanços científicos mundiais.

Outro aspecto observado é que a pesquisa científica em biotecnologia na Venezuela está voltada para estudar aspectos muito relevantes para os problemas sociais do país, principalmente relacionados às doenças tropicais, o que se apresenta como um ponto de partida importante para a formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação, uma vez que os tomadores de decisão devem fomentar a articulação entre instituições científicas e empresas de modo a avançar etapas para solução dos problemas tecnológicos e acelerar a obtenção de produtos.

Há uma grande dispersão em relação as áreas temáticas da biotecnologia quando se observa o número de publicações científicas, contudo, concentram-se principalmente na áreas Ecologia e Bioquímica e Biologia Molecular. Destacam-se três principais instituições autoras neste cenário, sendo elas: a Universidad Central de Venezuela (UCV), o Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) e a Universidad de Zulia (LUZ). Cabe ressaltar que as instituições realizadoras de pesquisa científica na área de biotecnologia possuem, prioritariamente, de caráter público governamental.

No que tange a análise das relações entre os agentes que compõe o Sistema Organizacional de Ciência, Tecnologia e Inovação de um país, constatou-se que para a Biotecnologia, há uma grande rede de colaboração entre as instituições nacionais e internacionais; assim como, há formação de redes entre vários países, o que apresenta um fator positivo no desenvolvimento da biotecnologia no país. Finalmente, identificaram-se os Estados Unidos como principal país co-autor nas publicações científicas relativas ao tema, porém, também há parcerias com outros países latino-americanos como o Brasil, a Colômbia e o Chile.

## Referências bibliográficas

ANTUNES, A. M. S.; CANONGIA, C.; BHRUT, E.; RODRIGUES, H. T.; PIO, M. y GIANINNE, R. (2008): "Prospección tecnológica - gestión del conocimiento y Inteligencia Competitiva: Modelos de Gestión para la Toma de Decisiones y Construcción de Futuro", en J. M. Vásquez y J. M. S. Torres (coords.): *Sinergia entre la Prospectiva Tecnológica y la vigilancia Tecnológica Y Inteligencia Competitiva*, Bogotá, Colciencias, pp. 49-83.

BAKER, S. y ASTON, A. (2005): "The Business of Nanotech". *Business Week*, vol. 14, p. 64.

BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION (2007): *Bio Editor's and Reports' Guide to Biotechnology. 2007*. Disponível em: <http://www.bio.org>.

BIOTECH GUID ERNEST & YOUNG LLP BIOWORLD (2007): *Bio Editor's and Reports' Guide to Biotechnology*, Londres, Ernest & Young. Disponível em: <http://www.bio.org>.

BURRILL, G. S. (1989): "Biotech 90: Into the Next Decade", *Biotechnology Industry Organization, International Food Information Council*, Nueva York, Mary Ann Liebert.

CANONGIA, C.; PEREIRA, M. N. F.; MENDES, C. U. S. y ANTUNES, A. M. S. (2004): "Mapeamento de Inteligência Competitiva (IC) e de Gestão do Conhecimento (GC) no Setor Saúde", *R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis*, n. esp., 1º sem. 2004, pp. 78-95.

CONVENÇÃO DA BIODIVERSIDADE (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento -Rio-92) (1992): *Revista Estudos Avançados*, vol. 6, no15, pp. 193-223. Disponível em: <http://www.usp.br/iea/revista.html>.

COMITÊ NACIONAL DE BIOTECNOLOGIA (2008): *Áreas Setoriais: Saúde Humana, Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC)*, Brasília, pp. 1-12.

ERNEST & YOUNG L. L. P. (2010): *Beyond Borders Global Biotechnology Report 2010*, Londres, Ernest & Young, pp. 1-116.

FREEMAN, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan*, Londres, Pinter Publisher, pp 1-155.

GASSEN, H. (2000): "Biotecnologia para Países em Desenvolvimento. Biotecnologia em Discussão", *Cadernos Adenauer*, no 8, pp. 9-18.

KRATTIGER, A. F. (2002): "Public-private Partnerships for Efficient Proprietary Biotech Management and Transfer, and Increase Private Sector Investments", *IP Strategy Today*, no 4, p. 42.

LAROUSSE, D. (1978): *Grande Enciclopédia Delta Larousse*, Lavosier Delta S.A.

REPÚBLICA DE VENEZUELA (2001): “Ley orgánica de ciencia y tecnología e innovación”. Publicada em Gaceta Oficial N. 37.291, 26 de setembro de 2001.

MASCARENHAS, P. (2001): *Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia*, Belo Horizonte, Fundação Biominas, pp 1-72.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (2003): *Diretrizes de política industrial, tecnológica e de comércio exterior*, Brasília, pp. 1-23.

REVISTA FAPESP ONLINE (2010): “O impacto da biologia sintética”, São Paulo, 21 de maio de 2010.

SANTANA, M. F. E.; ANTUNES, A. M. S. y PEREIRA JR., N. (2006): “O Perfil da Biotecnologia no Brasil”, em M. F. E. Santana, A. M. S. Antunes y N. Pereira Jr. (coords.): *Gestão em Biotecnologia*, Rio de Janeiro, E-papers, pp 17-42.

TORRES, O. D. y VELHO, L. (2009): “Capacidades Científicas y Tecnológicas de Colombia para adelantar Prácticas de Bioprospección”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 4, no 12, pp 55-68.