

**COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA E ESFORÇOS DE INOVAÇÃO NO
SEGMENTO DA BIOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO
VEGETAL NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA**

*TECHNOLOGICAL COOPERATION AND INNOVATION EFFORTS IN THE
SEGMENT OF BIOTECHNOLOGY APPLIED TO VEGETABLE AGRIBUSINESS IN
THE COUNTRIES OF LATIN AMERICA*

JOÃO MARCOS SILVA DE ALMEIDA
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PRISCILA REZENDE DA COSTA
UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

Nota de esclarecimento:

O X SINGEP e a 10ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias 26, 27 e 28 de outubro de 2022.

Agradecimento à órgão de fomento:

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

ANOS
SINGEP

COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA E ESFORÇOS DE INOVAÇÃO NO SEGMENTO DA BIOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO VEGETAL NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

Objetivo do estudo

O objetivo principal nesta investigação é examinar a influência da cooperação tecnológica nos esforços de inovação em países da América Latina, considerando o segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal (BAV).

Relevância/originalidade

Manter o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental é fundamental para a preservação do nosso planeta. A inovação neste contexto torna-se prioridade principalmente em setores demandantes de conhecimentos e tecnologias específicas, como a Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio Vegetal (BAV).

Metodologia/abordagem

Foi realizado um mapeamento de INPADOCS relacionados ao IPC C12N – 15/82. O levantamento foi realizado na base de dados Derwent Clarivate, uma base de dados de patentes da Thomson Reuters®.

Principais resultados

Os resultados demonstram que a cooperação tecnológica, entendida como estratégia que potencializa o desenvolvimento tecnológico (Zhang & Tang, 2018; Ji, Barnett, & Chu, 2019; Mitze & Strotebeck, 2019), teve efeito positivo quando analisada em relação ao esforço de inovação nos países latino-americanos.

Contribuições teóricas/metodológicas

Esperamos com esta pesquisa contribuir para o avanço teórico conceitual no tema “redes de cooperação” em consonância com inovação e sustentabilidade.

Contribuições sociais/para a gestão

Gerencialmente espera-se contribuir, dado que a identificação e descrição destas redes de cooperação poderão fomentar a inovação na área de biotecnologia aplicada à biodiversidade. Espera-se de que os resultados poderão ser alvo de reflexão por parte formuladores de políticas públicas.

Palavras-chave: Cooperação Tecnológica, Esforços de Inovação, Dinâmicas Relacionais, Patente

*TECHNOLOGICAL COOPERATION AND INNOVATION EFFORTS IN THE
SEGMENT OF BIOTECHNOLOGY APPLIED TO VEGETABLE AGRIBUSINESS IN
THE COUNTRIES OF LATIN AMERICA*

Study purpose

The main objective of this investigation is to examine the influence of technological cooperation on innovation efforts in Latin American countries, considering the segment of biotechnology applied to plant agribusiness (BAV).

Relevance / originality

To maintain the balance between economic development and environmental preservation is fundamental for the preservation of our planet. Innovation in this context becomes a priority mainly in sectors that demand specific knowledge and technologies, such as Biotechnology Applied to Plant Agribusiness (BAV).

Methodology / approach

A mapping of INPADOCS related to the IPC C12N – 15/82 was carried out. The survey was conducted on the Derwent Clarivate database, a Thomson Reuters® patent database.

Main results

The results show that technological cooperation, understood as a strategy that enhances technological development (Zhang & Tang, 2018; Ji, Barnett, & Chu, 2019; Mitze & Strotebeck, 2019), had a positive effect when analyzed in relation to the innovation effort in Latin American

Theoretical / methodological contributions

We hope with this research to contribute to the theoretical and conceptual advance on the theme “cooperation networks” in line with innovation and sustainability.

Social / management contributions

Managerially, it is expected to contribute, given that the identification and description of these cooperation networks may foster innovation in the area of biotechnology applied to biodiversity. It is expected that the results may be the subject of reflection by public policy.

Keywords: Technological Cooperation, Innovation Efforts, Relational Dynamics, Patent

COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA E ESFORÇOS DE INOVAÇÃO NO SEGMENTO DA BIOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO VEGETAL NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

1 Introdução

Desenvolvimento econômico e preservação ambiental tornaram-se temas prevalentes para a humanidade. A busca para manter o equilíbrio entre essas duas vertentes é de fundamental importância para a preservação do nosso planeta e da própria espécie humana.

Inovação e sustentabilidade neste contexto também se tornaram temas presentes à economia de um modo geral e considerando a perspectiva de mudanças climáticas, ganham relevância ainda maior na elaboração das estratégias que são necessárias, tanto na transição para uma nova economia competitiva, bem como para a preservação da biodiversidade em nosso planeta e no consumo consciente de recursos.

A sustentabilidade em todas suas dimensões vem sendo reconhecida como condição *sine qua non* para a longevidade de uma empresa. A responsabilidade social, corporativa e ambiental quando adotada e praticada pelas empresas contribui para o avanço da inovação sustentada, tanto em empresas inovadoras ou não (Forcadell, F. J., Úbeda, F., & Aracil, E. 2021).

As inovações sustentáveis não necessitam estar focalizadas somente na demanda de mercado, devem também considerar as necessidades da própria sociedade. Nas últimas décadas apesar dos avanços tecnológicos o crescimento econômico ocorreu basicamente a partir de tecnologias convencionais que sofrem com o consumo ineficiente de energia consequentemente com severas emissões de gases do efeito estufa contribuindo para o aquecimento global (Daí et al, 2105).

Por sua vez, a capacidade de desenvolver inovações é muito sensível ao contexto ao qual as empresas estão inseridas (Solleiro & Castañon, 2005) e neste aspecto as empresas que estão instaladas fora do eixo dos países desenvolvidos tendem a realizar relativamente menos inovação nos seus negócios, no entanto, elas ainda assim precisam inovar para manterem-se competitivas em relação a ameaças externas e seus concorrentes internos. (Szogs, 2008),

Os esforços de inovação remetem à intensidade de geração de tecnologias protegidas por patentes no âmbito de um país que podem (ou não) resultar em inovações para o mercado. Sendo assim, em segmentos portadores de futuro, como a biotecnologia, os esforços de inovação podem potencializar a obtenção e a aplicação de tecnologias mais eficientes (Petroni et al., 2012; Paulo, Ribeiro, & Porto, 2018) e, consequentemente, estimular a competitividade em um país (Freel, 2005). Tal esforço é sensível ao nível de desenvolvimento e às questões institucionais de uma localidade (Solleiro & Castañon, 2005). Historicamente, os países em desenvolvimento, como os países latino-americanos, tendem a ter um esforço de inovação menor quando comparados aos desenvolvidos, no entanto, eles ainda assim precisam inovar para manterem-se competitivos (Szogs, 2008). Consequentemente, alguns países em desenvolvimento recorrem a políticas pró-inovação para tornar alguns segmentos mais inovadores, integrados e competitivos (Dau, 2013), como a biotecnologia.

Além dos desafios econômicos e institucionais, nos países em desenvolvimento a restrição de recursos tende a ser maior, comparativamente aos desenvolvidos (Trevino *et al.*, 2008), tornando a inovação custosa. Sendo assim, para dividir os custos e somar esforços em prol do desenvolvimento tecnológico, muitos desses países procurar estimular a cooperação tecnológica (Manual de Oslo, 2005; Goedhuys et al., 2014). A partir da cooperação tecnológica é possível identificar os principais participantes e influenciadores de uma dada tecnologia (Zhang & Tang, 2018; Ji, Barnett, & Chu, 2019). Portanto, a cooperação

tecnológica é um elemento indispensável aos planos pró-inovação de países com restrições de recurso e que enfrentam situações de crise, como os países latino-americanos.

Neste contexto, o objetivo principal nesta investigação é examinar a influência da cooperação tecnológica nos esforços de inovação em países da América Latina, considerando o segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal (BAV). Para tal, coletamos na base *Derwent Clarivate* patentes do segmento da BAV sob o IPC C12N 15/82, no período de 1988 a 2019. Além disso, consideramos para cada país, no período analisado, as seguintes proxies: (a) para o esforço de inovação, variável dependente, o total de patentes; e (b) para a cooperação tecnológica, variável independente, o total de titulares das patentes (depositantes). A escolha do IPC C12N 15/82 (Mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA concernentes à engenharia genética, vetores; uso de seus hospedeiros para células vegetais), em específico é referente ao seu imenso potencial econômico no melhoramento genético em diversos tipos de sementes com o objetivo de aumentar a eficiência e produtividade das lavouras.

Exemplificando a importância desta tecnologia e em específico no contexto brasileiro, maior produtor agrícola da A.L, o agronegócio brasileiro já atinge o patamar de 20% do PIB nacional. A produção de grãos cresceu nas últimas décadas seis vezes não somente pela utilização de novas técnicas de plantio e aperfeiçoamento tecnológico, mas também por meio da aplicação de técnicas de melhoramento genético.

A soja é um dos maiores exemplos neste caso, pois a utilização de técnicas de melhoramento genético contribuiu para o desenvolvimento de novas variáveis de plantas, mais tolerantes e resistentes a doenças e principalmente adequadas as condições do solo e clima brasileiro, tornando o País o segundo maior país do mundo em produção e o primeiro em exportação.

Esperamos com esta pesquisa contribuir para o avanço teórico conceitual no tema “redes de cooperação” em consonância com inovação e sustentabilidade. Gerencialmente espera-se contribuir, dado que a identificação e descrição destas redes de cooperação poderão fomentar a inovação na área de biotecnologia aplicada à biodiversidade. Adicionalmente, tem-se a expectativa de que os resultados a serem alcançados poderão ser alvo de reflexão por parte de formuladores de políticas públicas, particularmente, em reformas governamentais que abordam o desenvolvimento pró-inovação em setores portadores de futuro e de garantia da biodiversidade como o caso da biotecnologia. Destaca-se também como potencial resultado da proposta, a integração de pesquisadores de diferentes linhas de pesquisa, tais como inovação e sustentabilidade.

2 Referencial Teórico

O desenvolvimento tecnológico de culturas geneticamente modificadas (CGM) pode ser facilitado por empresas que possuem suportes financeiros apropriados, profissionais especializados, ou ainda, estratégia e recursos gerenciais, que, em princípio, são vantagens detidas por grandes empresas, sugerindo que elas são mais propensas a adotar e investir em P&D interno e cooperativo (Cohen, 2010; Ji, Barnett, & Chu, 2019).

Apesar do papel distintivo das grandes empresas no desenvolvimento tecnológico de CGM, vale destacar que as colaborações interorganizacionais entre indústrias, universidades e agências governamentais promovem a produção, transferência e aplicação de conhecimento. As empresas, ao terem acesso a pesquisa científica produzida nas universidades e institutos de pesquisa, aprimoram suas capacidades de inovação (Gao & Bernard, 2014). Por sua vez, universidades e institutos de pesquisa compreendem melhor que o conhecimento científico pode resultar em produtos inovadores com a ajuda de parceiros externos (Zhang & Tang, 2018).

Segundo o paradigma da inovação aberta (Chesbrough, 2012), as organizações estão mais dependentes da colaboração interorganizacional para acessar conhecimentos e habilidades complementares (Duysters & Lokshin 2011; Lin, 2012; Beers & Zand, 2014). Pesquisas

evidenciam que a multiplicidade organizacional dos parceiros em redes de cooperação tem impactos significativos sobre o desempenho de inovação das organizações (Duysters & Lokshin 2011; Lin, 2012; Beers & Zand 2014). Acessar o conhecimento de múltiplos parceiros também contribui para melhorar a diversificação tecnológica das organizações centrais.

Nesse sentido, as universidades e institutos de pesquisa representam uma importante fonte de conhecimento externo para as empresas (Beers & Zand, 2014; Rogbeer, Almahendra, & Ambos, 2014). Bazzo e Porto (2013), em análise da evolução da rede de cooperação para desenvolvimento tecnológico da Petrobrás com universidades, institutos de pesquisa e outras empresas, deixaram evidente a importância do papel das universidades e institutos de pesquisa para o fortalecimento da rede.

Vale adicionar, que no paradigma da inovação aberta, é crescente o interesse em compreender as redes de cooperação (Sebestyén & Varga 2013; Bogers et al., 2017; Roper & Love 2018), em particular, aquelas que resultam em inovações (Broekel & Hartog, 2013; Chesbrough & Bogers, 2014; Rojas, Solis, & Zhu, 2018). Redes de cooperação abrangem múltiplas organizações, cada uma com suas próprias características, estabelecendo relações de trocas de recursos entre os atores envolvidos (Brenner, Cantner, & Graf, 2013).

Na cooperação tecnológica interorganizacional entre empresas, universidades e institutos de pesquisa, espera-se a produção, transferência e aplicação de conhecimento (Zhang et al., 2016; Gao et al., 2014). Além disso, as empresas podem obter acesso refinado à produtos básicos e pré-competitivos, bem como conhecimentos científicos das universidades e dos institutos de pesquisa, aprimorando suas capacidades de inovação (Bishop et al., 2011). Por sua vez, universidades e institutos de pesquisa podem obter uma melhor compreensão sobre como os seus conhecimentos científicos podem resultar em produtos inovadores com a ajuda das empresas (George et al., 2002).

Por fim, a cooperação tecnológica com inúmeros e diversificados parceiros, evidenciado pela quantidade de titulares das patentes (depositantes) de um dado segmento, cumpre uma função de "radar", fornecendo informações relacionadas às tendências científicas e à produção industrial, o que amplia o escopo do P&D (Ahuja, 2000) e, portanto, leva à geração de novos conhecimentos e novas tecnologias. Diante do exposto, hipostenizamos que:

H01: A cooperação tecnológica influencia positivamente o esforço de inovação nos países da América-latina.

Diversas pesquisas demonstram que a quantidade de parceiros no âmbito da cooperação interorganizacional têm impactos positivos e significativos sobre o esforço de inovação das organizações (Nieto & Santamaria, 2007; Duysters & Lokshin, 2011; Lin, 2012; Beers & Zand, 2014). Como exemplo, Zhang e Tang (2018), a partir de dados de patentes de 554 organizações inovadoras que atuam no campo emergente de nano-biofarmacêuticos, concluíram que a diversidade organizacional e inclusive a diversidade geográfica dos parceiros têm efeitos positivos no esforço de inovação.

Por sua vez, a literatura sobre mudanças tecnológicas em países emergentes estabelece que as suas trajetórias tecnológicas são fundamentalmente diferentes das trajetórias dos países desenvolvidos (Lander & Thorsteinsdottir, 2011). Nos países emergentes os modelos indicam, em linhas gerais, que muitas tecnologias foram inicialmente adquiridas dos países desenvolvidos, em seguida, elas foram assimiladas e adaptadas, gerando aprendizado pela adaptação e customização, além disso, as economias emergentes vivenciaram transbordamentos científicos e tecnológicos para setores tecnologicamente promissores, como exemplo a biotecnologia (Ramamurti, 2012; kiss & Danis, 2012).

Vale ainda destacar que atualmente a estratégia puramente de engenharia reversa e imitação literal são afetadas por regras mais fortes de patentes, por maior prudência fiscal e pelas barreiras comerciais internacionais (Lundvall et al., 2009). Um caminho alternativo às economias emergentes é, portanto, o fortalecimento de empresas inovadoras atuantes em setores que demandam tecnologias novas, promissoras e sustentáveis, o que demandaria a adequação efetiva das estruturas físicas, científicas, regulatórias, financeiras e políticas dos sistemas nacionais de inovação (McMahon & Thorsteinsdóttir, 2013).

3 Método

Foi realizado um mapeamento de INPADOCS em “*alive*” (famílias de patentes) relacionados ao IPC C12N – 15/82 (Mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA concernentes à engenharia genética, vetores; uso de seus hospedeiros para células vegetais), no período de 1988 a 2019. O levantamento foi realizado na base de dados *Derwent Clarivate*, uma base de dados de patentes da *Thomson Reuters*® que contém dados dos principais escritórios de patentes do mundo, permitindo o acesso simultâneo às informações das principais autoridades de patentes.

Os dados foram organizados em planilhas do Microsoft Excel, considerando os seguintes campos encontrados nas patentes: número da publicação, código IPC, ano de publicação, nome do titular, endereço do titular (país), título da patente, resumo da patente e referência das patentes citadas. As patentes, cujo endereço do titular (país) não foi localizado, consequentemente, não foram consideradas na amostra final, dado que o nível de análise da pesquisa remete ao país da organização titular. Além disso, não foram considerados dados relativos à inventores, pois o objetivo é examinar o esforço de inovação dos países das organizações detentoras dos direitos das patentes. Por fim, após a conferência e padronização do nome dos titulares e seus endereços (país), foram consideradas na amostra final da pesquisa 20.149 patentes, sendo 12.854 sem cooperação tecnológica (apenas um titular, evidenciando tecnologia proprietária) e 7.295 com cooperação (dois ou mais titulares, evidenciando cooperação tecnológica intra e interorganizacional, ou seja, matriz de multinacionais, subsidiárias de multinacionais, empresas de menor porte, universidades e institutos de pesquisa). Por fim, apurou-se 209 patentes com cooperação de titulares da América Latina no segmento da biotecnologia aplicada a biodiversidade (BAB).

Examinar as patentes sob o prisma dos países das organizações que efetivamente detêm a tecnologia permite compreender de forma agregada e holística os interesses de proteção e as estratégias de competição em um dado segmento. Além disso, o exame dos níveis da cooperação tecnológica, evidenciados por patentes em cotitularidade, são relevantes para o desenvolvimento tecnológico e para o avanço da inovação aberta em uma dada localidade.

Para testar as hipóteses, adotamos como método a regressão linear composta (Hair et al, 2009; Creswell, 2017) e usamos o SPSS, versão 26. Consideramos em cada país as seguintes variáveis e suas respectivas proxies: (a) para a variável dependente “esforço de inovação”, o total de patentes; e (b) para a variável independente “cooperação tecnológica”, o total de titulares das patentes (depositantes).

Vale ressaltar que as relações entre as variáveis dependente e independente do estudo, bem como suas respectivas proxies, não foram consideradas numa perspectiva fragmentada, ou seja, “patentes e titulares por empresa”. Na verdade, a análise foi agregada, ou seja, à nível país, considerando, portanto, o total acumulado de patentes e titulares dos países no período considerado. Cabe também explicar que o total acumulado de patentes de um dado país não foi usado como proxy de inovação porque nem tudo que é patenteado resulta em inovação, vai para o mercado e gera valor. Portanto, julgamos ser mais prudente tratar como “esforço” de inovação que remete à intensidade de geração de tecnologias protegidas por patentes no âmbito de um país que podem (ou não) resultar em inovações para o mercado.

Por fim, vale indicar que algumas variáveis importantes para alavancar a inovação em um país não foram consideradas no modelo testado e analisado a seguir, tais como recursos financeiros e humanos dedicados ao P&D, sendo assim, os mesmos poderão ser alvo de estudos futuros.

4 Análise dos Resultados e Discussões

4.1 Análise da quantidade de patentes (por países) dentro da América Latina

Foram obtidas 20.149 patentes do segmento de BAV, sendo 12.854 sem cooperação (único titular), 7.295 com cooperação tecnológica intra e interorganizacional (dois ou mais titulares) e 209 com cooperação entre titulares dentro da América Latina, foco do estudo desta pesquisa, conforme demonstrado abaixo na Tabela 1

Tabela 1 – Patentes Países América Latina

Country	Contagem de Publication Number
Argentina	29
Brazil	96
Costa Rica	2
Domenicam Republic	1
México	78
Nicarágua	2
Peru	1
Total Geral	209

Fonte: Elaborado pelos autores

Vale destacar os três primeiros países que lideram o patenteamento de novas tecnologias dentro do IPC C12N 15/82 referente a mutação genética na América Latina, sendo, Brasil com 96 patentes representando 45,96% do total, México com 78 patentes representando 37,32% do total e Argentina com 29 patentes representando 13,87 do total. Esses três países representam 97,15% do desenvolvimento de novas tecnológicas dentro do IPC C12N 15/82. Ainda dentro da América Latina temos Costa Rica e Nicarágua com duas patentes cada um e com uma patente Peru e República Dominicana.

Apesar do México estar a frente da Argentina no desenvolvimento de novas tecnologias, a produção agrícola Argentina de 127 milhões de toneladas de grãos é bem superior ao México com 35 milhões de toneladas, talvez seja um reflexo das adversidades naturais que o México enfrenta em sua área agriculturável como a irregularidade do relevo e o clima árido, onde somente 20% das terras do país são propicias ao desenvolvimento da agricultura, portanto o aumento da eficiência das lavouras mexicanas está diretamente associado ao desenvolvimento de novas tecnologias para superar estes desafios.

O Brasil é líder na América Latina no desenvolvimento de técnicas de melhoramento genético com 96 patentes dentro da tecnologia do IPC C12N-15/82. A Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA) é o principal ator neste ecossistema e seu trabalho de pesquisa tem reflexos positivos não somente no setor agrícola, mas também para o avanço socioeconômico do País. O agronegócio brasileiro representa hoje aproximadamente 20% do PIB, o setor absorve 1 em cada 3 trabalhadores e representa 48% das exportações, garantindo sucessivos superávits a balança comercial brasileira.

4.2 Análise da quantidade de patentes (por titulares) dentro da América Latina

Na tabela 2 temos a distribuição de patentes entre os principais titulares da América Latina com a maior quantidade de patentes no período de 1998 a 2019. Tais organizações acumularam 74,16% das patentes, com destaque para o Brasil, evidenciando concentração no domínio tecnológico na região analisada.

Tabela 2 – Distribuição de patentes entre os principais titulares da América Latina

Principais Titulares	Nº Patentes
INST CONSEJO NAC INVEST CIENT TEC (México)	48
INST EMBRAPA AGROPECUARIA BRASIL (Brasil)	40
UNIV NAC DEL LITORAL (Argentina)	14
UNIV BRASILIA (Brasil)	11
UNIV FEDERAL RIO DE JANEIRO (Brasil)	11
FIBRIA CELULOSE AS (Brasil)	8
INST INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INST POLITÉCNICO NAC (México)	7
INST FUNDAÇÃO AMPARO A PESQUISA DE GOIÁS (Brasil)	6
UNIV MEXICO NACIONAL AUTONOMA (México)	5
INST CONICET CONSEJO NAC INVESTIGAC (Argentina)	5
TOTAL	155

Fonte: Elaborado pelos autores

No México a participação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACYT) é a mais representativa com 48 patentes dentro do IPC C12N-15/82. Esta entidade é responsável por promover atividades científicas e tecnológicas, definindo políticas governamentais para este setor. É o equivalente ao National Science Foundation dos EUA e do CONICET da Argentina. O CONACYT foi fundado em 1970.

O segundo maior número de patentes no México pertence ao Centro de Pesquisa e Estudos do Instituto de Politécnico Nacional (*Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional – CINVESTAV-IPN*) com 7 patentes, chama a atenção, pois trata-se de uma instituição de pesquisa não governamental de interesse público, porém afiliada aos Instituto Politécnico Nacional, uma das maiores universidades públicas do País.

Na sequência temos mais duas universidades, primeiro a Universidade Autônoma do México (*Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM*) com 5 patentes. É uma instituição de ensino superior publica mexicana ocupando uma posição e destaque no ranking mundial das instituições de ensino, baseada em extensa pesquisa e inovação. Outra característica interessante é que seus Campus são considerado patrimônio mundial pela UNIESCO. Na segunda posição temos a Universidade do sudoeste do México (*Universidad Southwest New Mexico*), uma universidade privada Cristã com 4 patentes.

Por fim, em se tratando ainda do México há somente uma empresa privada na lista a Companhia Nacional de Chocolates SAS, com 1 patente e que apesar de ter nascido em Medellín, Colômbia é agora uma subsidiária do grupo Nutresa e dedica-se a produção e comercialização de 27 marcas no ramo de bombons de chocolate tem suas próprias plataforma de produção como neste caso no México além da Costa Rica, Peru e Colômbia e a partir de sua distribuidora Cordialsa opera na Colômbia,, Equador, Venezuela, Porto Rico e Estados Unidos.

Observando os resultados apresentados pela Argentina temos praticamente a mesma disposição, ou seja, a intensiva participação de universidades e centros de pesquisa no desenvolvimento de novas tecnologias dentro do IPC C12N-15/82. A Universidade Nacional

do Litoral (*Universidad Nacional del Litoral*) é a que tem o maior número de patentes com 14 patentes, é uma das universidades públicas mais importantes da Argentina com 60 mil alunos. A universidade foi fundada em 17 de outubro de 1919 (103 anos) e dez anos após sua fundação em 1929 foi criado o Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, o primeiro espaço dentro da universidade dedicado a pesquisa, criando inclusive uma certificação específica o “certificado de pesquisa” acarretando uma nova profissão a de “pesquisador”.

O segundo colocado com 5 patentes é o Conselho Nacional de Pesquisas Técnicas e Científicas (*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas -CONICET*), é uma autarquia dependente do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação Produtiva da Argentina, destinado a desenvolver a ciência e tecnologia no país.

O terceiro colocado em número de patentes na Argentina é o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária – INTA com 4 patentes. A partir de sua fundação (*Fundacion ArgenINTA*) e uma empresa privada de capital aberto *Innovaciones Tecnológicas* (INTA SA) forma o grupo INTA que tem em sua missão contribuir para o desenvolvimento sustentável dos setores agrícolas, agroalimentar e agroindustrial por meio de pesquisa e extensão. Funciona de forma descentralizada com 15 núcleos de pesquisa dentro da Argentina, porém está atrelado ao Ministério da Agroindústria. A Argentina não possui nenhuma empresa totalmente privada no rol de atores que desenvolvem novas tecnologias dentro do IPC C12N-15/82.

Com relação ao Brasil considerado um grande ator na produção de grãos no cenário mundial, sendo o quarto maior produtor no mundo, com uma produção de aproximadamente 270 milhões de toneladas (*Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, 2021*) é o país que mais desenvolve tecnologias dentro do IPC C12N-15/82. Em particular no segmento da soja o Brasil é o maior produtor mundial com aproximadamente 130 milhões de toneladas, superando os Estados Unidos. Desse volume foram embarcados 86 milhões de toneladas, tornando os brasileiros os maiores exportadores desta commodity (*MAPA, 2021*).

O principal ator neste ecossistema colaborativo no Brasil é a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (*EMBRAPA*) com 40 patentes dentro da tecnologia do IPC C12N-15/82. Coincidentemente na segunda posição com as mesmas 11 patentes desenvolvidas temos duas universidades federais, a Universidade Federal de Brasília e a Universidade Federal do Rio de Janeiro. A Universidade Estadual de São Paulo – USP maior universidade pública do País possui 3 patentes. A Fundação de Amparo a Pesquisa de Goiás – FAPEG ocupa a terceira posição com 6 patentes e a maior fundação do Brasil a Fundação de Amparo a pesquisa de São Paulo – FAPESP possui somente 1 patente.

O Brasil apesar de possuir quatro empresas privadas atuando no desenvolvimento desta tecnologia com 11 patentes representa somente 11,45% do total das patentes brasileiras. A maior empresa privada brasileira neste ranking é a Fibria Celulose com 8 patentes. A Fibria é a maior produtora de celulose de eucalipto do Brasil e do mundo possuindo capacidade produtiva de 5,3 milhões de toneladas anuais de celulose, com quatro fábricas no território brasileiro exportando celulose para mais de 40 países. Formada a partir da fusão da Aracruz Celulose e Votorantim Celulose e Papel, a Fibria busca atender de forma sustentável à demanda global por produtos oriundos das florestas.

Pode-se constatar a partir dos resultados apresentados que a participação das universidades e centros de pesquisa é majoritária nos países da América Latina, sendo, portanto, possível inferir, conforme os achados de Dau (2013) onde a ação dos governos são um elemento indutor e potencializador do desenvolvimento de políticas pró-inovação em tecnologias inovativas no seguimentos competitivos e integrados como o de biotecnologia aplicada a biodiversidade.

Na tabela 3 apresentamos os resultados para os testes das hipóteses usando uma regressão linear, tendo a variável dependente como o esforço de inovação das organizações

titulares de patentes da América Latina no segmento da BAV, considerando como nível de análise os países dos titulares e usando como proxy o total de patentes. Sobre a variável independente considerada, temos a cooperação tecnológica, usando como proxy o total de titulares das patentes. Sendo assim, testamos no modelo a hipótese 1, que previa uma relação positiva entre cooperação tecnológica e esforço de inovação. Os testes permitiram confirmar a hipótese 1, confirmando que a cooperação tecnológica influencia positivamente o esforço de inovação, corroborando com pesquisas já realizadas onde demonstram que a quantidade de parceiros no âmbito da cooperação interorganizacional têm impactos positivos e significativos sobre o esforço de inovação das organizações (Nieto & Santamaria, 2007; Duysters & Lokshin, 2011; Lin, 2012; Beers & Zand, 2014).

Tabela 3 – Testes para o esforço de inovação.

Variável dependente = Esforço de Inovação

Variável Independente	Beta	T	P-valor
Cooperação Tecnológica	5,52	17,37	0,00%*
F (ou teste F)		301,96	
R2		98,04%	

Legenda: *p<0,01

Fonte: Elaborado pelos autores.

5 Conclusão e Considerações Finais

Os resultados demonstram que a cooperação tecnológica, entendida como estratégia que potencializa o desenvolvimento tecnológico (Zhang & Tang, 2018; Ji, Barnett, & Chu, 2019; Mitze & Strotebeck, 2019), teve efeito positivo quando analisada em relação ao esforço de inovação nos países latino-americanos, considerando o segmento da BAV.

Juntos Brasil, México e Argentina detém aproximadamente 98% das patentes, neste cenário, pode-se constatar o papel catalizador e difusor do setor público no desenvolvimento de novas tecnologias a partir de cooperação tecnológica dentro do IPC C12N 15/82. Pesquisas realizadas anteriormente já demonstravam que países em desenvolvimento precisam estimular a cooperação tecnológica para dividir os custos e somar esforços em prol do desenvolvimento tecnológico. (Goedhuys et al., 2014).

Conforme também já previsto, foi possível também comprovar e neste caso específico em relação aos países da AL que a cooperação tecnológica é um elemento indispensável aos planos pró-inovação nos países em desenvolvimento com escassez de recursos ou fragilidades institucionais (Ji, Barnett, & Chu, 2019).

Em segmentos portadores de futuro, como a BAV, o esforço de inovação pode potencializar a obtenção e a aplicação de tecnologias mais eficientes (Petroni et al., 2012; Paulo, Ribeiro, & Porto, 2018), e consequentemente, estimular a competitividade em um país (Freel, 2005), dentro desta perspectiva estes três países representam bem este cenário. No caso específico do Brasil a EMBRAPA ajudou o país a aumentar em seis vezes sua produção agrícola tornando-se um dos maiores produtores de grãos do mundo, consequentemente melhorando significativamente alguns indicadores socioeconômicos brasileiros.

Por fim, foi possível detectar a partir dos resultados encontrados e neste caso em particular nos países latino-americanos que a cooperação tecnológica assume um papel distintivo nos esforços de inovação ao possibilitar que o conhecimento seja construído e absorvido por vários atores, como indivíduos, organizações e países (Paulo, Ribeiro, & Porto, 2018).

Sobre os estudos futuros, vale elencar as seguintes propostas: (1) testar modelos regressivos incluindo novas variáveis, tais como recursos financeiros e humanos dedicados ao P&D; e (2) analisar a evolução da cooperação no tempo e buscar rotas tecnológicas.

Referências

- Abulrub, A. H. G., & Lee, J. (2012). Open innovation management: challenges and prospects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 41, 130-138.
- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative science quarterly*, 45(3), 425-455.
- Alonso, J. A., & Garcimartín, C. (2013). The determinants of institutional quality. More on the debate. *Journal of International Development*, 25(2), 206-226.
- Barasa, L., Knoben, J., Vermeulen, P., Kimuyu, P., & Kinyanjui, B. (2017). Institutions, resources and innovation in East Africa: A firm level approach. *Research Policy*, 46(1), 280-291.
- Barberá-Tomás, D., Jiménez-Sáez, F., & Castelló-Molina, I. (2011). Mapping the importance of the real world: The validity of connectivity analysis of patent citations networks. *Research policy*, 40(3), 473-486.
- Beers, C., & Zand, F. (2014). R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 292-312.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Bishop, K., D'Este, P., & Neely, A. (2011). Gaining from interactions with universities: Multiple methods for nurturing absorptive capacity. *Research Policy*, 40(1), 30-40.
- Breschi, S., & Lissoni, F. (2009). Mobility of skilled workers and co-invention networks: an anatomy of localized knowledge flows. *Journal of economic geography*, 9(4), 439-468.
- Chen, C., & Hicks, D. (2004). Tracing knowledge diffusion. *Scientometrics*, 59(2), 199-211.
- Chen, L. (2017). Do patent citations indicate knowledge linkage? The evidence from text similarities between patents and their citations. *Journal of Informetrics*, 11(1), 63-79.
- Chen, Z. F., & Guan, J. C. (2011). Mapping of biotechnology patents of China from 1995–2008. *Scientometrics*, 88(1), 73-89.
- Chesbrough, H. (2012). Open innovation: Where we've been and where we're going. *Research-Technology Management*, 55(4), 20-27.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Dau, L. A. (2013). Learning across geographic space: Pro-market reforms, multinationalization strategy, and profitability. *Journal of International Business Studies*, 44(3), 235-262.
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41(9), 1666–1682.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3), 147-162.
- Drejer, I., & Jørgensen, B. H. (2005). The dynamic creation of knowledge: Analysing public–private collaborations. *Technovation*, 25(2), 83-94.
- Du, J., Leten, B., & Vanhaverbeke, W. (2014). Managing open innovation projects with science-based and market-based partners. *Research Policy*, 43(5), 828–840.
- Duysters, G., & Lokshin, B. (2011). Determinants of alliance portfolio complexity and its effect on innovative performance of companies. *Journal of Product Innovation Management*, 28(4), 570-585.
- Érdi, P., Makovi, K., Somogyvári, Z., Strandburg, K., Tobochnik, J., Volf, P., & Zalányi, L. (2013). Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network. *Scientometrics*, 95(1), 225-242.

- Forcadell, F. J., Úbeda, F., & Aracil, E. (2021). Effects of environmental corporate social responsibility on innovativeness of spanish industrial SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120355.
- Fornahl, D., Broekel, T., & Boschma, R. (2011). What drives patent performance of German biotech firms? The impact of R&D subsidies, knowledge networks and their location. *Papers in regional science*, 90(2), 395-418.
- Freel, M. S. (2005). Patterns of innovation and skills in small firms. *Technovation*, 25(2), 123-134.
- Gao, X., Guan, J., & Rousseau, R. (2011). Mapping collaborative knowledge production in China using patent co-inventorships. *Scientometrics*, 88(2), 343-362.
- Gao, X., Guo, X., & Guan, J. (2014). An analysis of the patenting activities and collaboration among industry-university-research institutes in the Chinese ICT sector. *Scientometrics*, 98(1), 247-263.
- Goedhuys, M., Janz, N., & Mohnen, P. (2014). Knowledge-based productivity in “low-tech” industries: evidence from firms in developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 23(1), 1-23.
- Grand View Research (2017). Biotechnology Market Analysis by Application (Health & Agriculture, Natural Resources & Environment, Industrial Processing Bioinformatics), By Technology, And Segment Forecasts, 2014 - 2025,” San Francisco.
- Greif, A. (2006). *Institutions and the path to the modern economy: Lessons from medieval trade*. Cambridge University Press.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Hall, B. H., & Khan, B. (2003). *Adoption of new technology* (No. w9730). National bureau of economic research.
- Hazir, C. S., & Autant-Bernard, C. (2014). Determinants of cross-regional R&D collaboration: some empirical evidence from Europe in biotechnology. *The Annals of Regional Science*, 53(2), 369-393.
- Ho, M. H., & Cheo, H. Y. (2014, July). Analyzing the brokerage roles of stakeholders in a technological network: A study of GMO plant technologies. In *Proceedings of PICMET'14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration* (pp. 3144-3154).
- Ji, J., Barnett, G. A., & Chu, J. (2019). Global networks of genetically modified crops technology: a patent citation network analysis. *Scientometrics*, 118(3), 737-762.
- Kang, K. N., & Park, H. (2012). Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs. *Technovation*, 32(1), 68-78.
- Kannebley Jr, S., Porto, G. S., & Pazello, E. T. (2005). Characteristics of Brazilian innovative firms: An empirical analysis based on PINTEC—industrial research on technological innovation. *Research Policy*, 34(6), 872-893.
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2011). The worldwide governance indicators: methodology and analytical issues. *Hague Journal on the Rule of Law*, 3(2), 220-246.
- Lin, J. Y. (2012). *New structural economics: A framework for rethinking development and policy*. The World Bank.
- Maggioni, M. A., Nosvelli, M., & Uberti, T. E. (2007). Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis. *Papers in Regional Science*, 86(3), 471-493.
- Martin, B. R. (2012). Are universities and university research under threat? Towards an evolutionary model of university speciation. *Cambridge Journal of Economics*, 36(3), 543-565.
- Mitze, T., & Strotebeck, F. (2019). Determining factors of interregional research collaboration in Germany's biotech network: Capacity, proximity, policy? *Technovation*, 80, 40-53.

- Nelson, R. R. (2009). *An evolutionary theory of economic change*. harvard university press.
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7), 367-377.
- Niosi, J., Hanel, P., & Reid, S. (2013). The international diffusion of biotechnology: the arrival of developing countries. In *Long term economic development* (pp. 223-241). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Okuyama, R., & Osada, H. (2013, July). University-industry collaboration in drug discovery in Japan: An empirical analysis over thirty years. In *2013 Proceedings of PICMET'13: Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)* (pp. 2704-2710). IEEE.
- Organização das Nações Unidas – ONU (2020). World Economic Situation and Prospects 2020 (un.org). Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2020_Annex.pdf>. Acesso em fevereiro de 2021.
- Papazoglou, M. E., & Spanos, Y. E. (2018). Bridging distant technological domains: A longitudinal study of the determinants of breadth of innovation diffusion. *Research Policy*, 47(9), 1713-1728.
- Park, H. W., & Suh, S. H. (2013). Scientific and technological knowledge flow and technological innovation: Quantitative approach using patent citation. *Asian Journal of Technology Innovation*, 21(1), 153–169.
- Paulo, A. F., Ribeiro, E. M. S., & Porto, G. S. (2018). Mapping countries cooperation networks in photovoltaic technology development based on patent analysis. *Scientometrics*, 117(2), 667-686.
- Pereira, C. G., Lavoie, J. R., Shaygan, A., Daim, T. U., Luqueze, M. A. O., & Porto, G. S. (2021). Technology Intelligence Map: Biotechnology. *Roadmapping Future: Technologies, Products and Services*, 461-489.
- Petroni, G., Venturini, K., & Verbano, C. (2012). Open innovation and new issues in R&D organization and personnel management. *The International Journal of Human Resource Management*, 23(1), 147-173.
- Santoro, M. D., & Chakrabarti, A. K. (2002). Firm size and technology centrality in industry–university interactions. *Research policy*, 31(7), 1163-1180.
- Scherngell, T., & Barber, M. J. (2009). Spatial interaction modelling of cross-region R&D collaborations: empirical evidence from the 5th EU framework programme. *Papers in Regional Science*, 88(3), 531-546.
- Shih, M. J., & Liu, D. R. (2010). Patent Classification Using Ontology-Based Patent Network Analysis. In *PACIS* (p. 95).
- Solleiro, J. L., & Castañón, R. (2005). Competitiveness and innovation systems: the challenges for Mexico's insertion in the global context. *Technovation*, 25(9), 1059-1070.
- Szogs, A. (2008). The role of mediator organisations in the making of innovation systems in least developed countries: evidence from Tanzania. *International Journal of Technology and Globalisation*, 4(3), 223-237.
- Trevino, L. J., Thomas, D. E., & Cullen, J. (2008). The three pillars of institutional theory and FDI in Latin America: An institutionalization process. *International Business Review*, 17(1), 118-133.
- Von Wartburg, I., Teichert, T., & Rost, K. (2005). Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis. *research Policy*, 34(10), 1591-1607.
- Wang, J. (2018). Innovation and government intervention: A comparison of Singapore and Hong Kong. *Research Policy*, 47(2), 399-412.
- Wang, X., Zhang, X., & Xu, S. (2011). Patent co-citation networks of Fortune 500 companies. *Scientometrics*, 88(3), 761-770.

- Weng, C., & Daim, T. U. (2012). Structural differentiation and its implications—core/periphery structure of the technological network. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(4), 327-342.
- Yeh, H.Y., Sung, Y.S., Yang, H.W., Tsai W.C., Chen D.Z., (2013). The bibliographic coupling approach to filter the cited and uncited patent citations: A case of electric vehicle technology. *Scientometrics*, 94(1), 75–93.
- Zhang, G., & Tang, C. (2018). How R&D partner diversity influences innovation performance: An empirical study in the nano-biopharmaceutical field. *Scientometrics*, 116(3), 1487-1512.
- Zhang, Y., Chen, K., Zhu, G., Yam, R. C. M., & Guan, J. (2016). Inter-organizational scientific collaborations and policy effects: An ego-network evolutionary perspective of the Chinese academy of sciences. *Scientometrics*, 108(3), 1–33.