Business Models for Nucleotide Production in Highly Concentrated Markets: Approaches and Strategies for New Entrants

Abstract– The nucleotide market, essential for biotechnological and medical applications, is highly concentrated, with a small number of companies controlling production and commercialization. Entry barriers include technological, regulatory, and commercial restrictions that hinder new entrants. This study analyzes business models that could facilitate entry into this industry, focusing on nucleotide production from biomass as an innovative and sustainable alternative. Through an exploratory literature review and a comparative case analysis in high-tech markets, five strategic approaches are identified: 1) Niche strategy, targeting highly specialized segments with differentiated products; 2) Strategic collaborations, leveraging partnerships with universities and research centers to reduce costs and risks; 3) Value chain integration, aiming to minimize dependence on dominant suppliers by internalizing key processes; 4) Production innovation, emphasizing biomass-based methods to lower costs and enhance sustainability; and 5) Ingredient brand model, positioning nucleotides as a key input in final products without directly competing with established manufacturers. The study compares these approaches, highlighting their opportunities and threats, and discusses their applicability within the biotechnology sector. Finally, it underscores the need to assess the risks associated with entering oligopolistic markets and develop strategies to mitigate these challenges.

Keywords– Nucleotide market, business models, entry barriers, biotechnology, strategic innovation.

Modelos de Negocio para la Producción de Nucleótidos en Mercados de Alta Concentración: Enfoques y Estrategias para Nuevos Entrantes

Resumen— *El mercado de los nucleótidos, esenciales en aplicaciones biotecnológicas y médicas, está altamente concentrado, con un reducido número de empresas dominando la producción y comercialización. Las barreras de entrada incluyen restricciones tecnológicas, regulatorias y comerciales que dificultan la incursión de nuevos actores. Este estudio analiza modelos de negocio que podrían facilitar la inserción en esta industria, con especial énfasis en la producción de nucleótidos a partir de biomasa como una alternativa innovadora y sostenible. A través de una revisión exploratoria de literatura y un análisis comparativo de casos en mercados de alta tecnología, se identifican cinco enfoques estratégicos: 1) Estrategia de nicho, orientada a atender segmentos altamente especializados con productos diferenciados; 2) Colaboraciones estratégicas, basadas en alianzas con universidades y centros de investigación para reducir costos y riesgos; 3) Integración en la cadena de valor, que busca reducir la dependencia de proveedores dominantes mediante la internalización de procesos; 4) Innovación en producción, enfocada en el uso de biomasa para reducir costos y mejorar la sostenibilidad; y 5) Modelo de marca ingrediente, que posiciona los nucleótidos como un insumo clave en productos finales sin necesidad de competir directamente con los fabricantes establecidos. El estudio compara estos enfoques, destacando sus oportunidades y amenazas, y discute su aplicabilidad en el sector biotecnológico. Finalmente, se plantea la necesidad de evaluar los riesgos asociados a la entrada en mercados oligopólicos y las estrategias para mitigar sus efectos.*

Palabras clave— *Mercado de nucleótidos, modelos de negocio, barreras de entrada, biotecnología, innovación estratégica.*

I. INTRODUCCIÓN

Los nucleótidos son componentes clave en el desarrollo de tecnologías aplicadas a la salud y la biotecnología, particularmente en el diagnóstico de enfermedades [1]. Su papel en la síntesis de ácidos nucleicos y en procesos celulares fundamentales los hace esenciales en múltiples aplicaciones médicas, incluyendo el desarrollo de fármacos, terapias génicas y kits de diagnóstico [2]. Un ejemplo reciente y contundente de su importancia fue la pandemia de COVID-19, donde los nucleótidos fueron fundamentales en la producción de pruebas de diagnóstico molecular, como la RT-PCR, que permitieron la identificación rápida del virus y la

implementación de estrategias de contención. Más allá de esta crisis sanitaria, su uso es clave en la detección de múltiples enfermedades infecciosas y genéticas, el desarrollo de vacunas de ARNm y la fabricación de biomarcadores para tratamientos personalizados.

Sin embargo, la producción y comercialización de nucleótidos enfrenta desafíos significativos. Junto con el hecho de pertenecer a mercado altamente concentrado, con pocos productores que ejercen un control significativo sobre la oferta y los precios [3, 4], se le añade que a diferencia de otros insumos biotecnológicos, los nucleótidos no pueden ser sintetizados de manera completamente artificial sin la necesidad de materiales orgánicos como ADN extraído de organismos vivos o biomasa procesada [1]. Lo anterior introduce un nivel adicional de complejidad en su cadena de abastecimiento, donde la uniformidad del material de origen es crítica para garantizar la estabilidad y eficacia del producto final. Además, la producción requiere estrictos controles regulatorios y sanitarios, lo que incrementa las barreras de entrada para nuevos actores en la industria [2].

Desde la perspectiva de la ingeniería y la gestión tecnológica, es fundamental considerar cómo la innovación en los procesos de producción y distribución puede impactar la viabilidad de nuevos entrantes. La aplicación de principios de ingeniería industrial y biotecnológica en la optimización de procesos productivos de nucleótidos podría representar una ventaja competitiva clave. En este sentido, la intersección entre tecnología, estrategia de negocios y viabilidad económica cobra especial relevancia en la formulación de modelos de negocio sostenibles y escalables en mercados de alta concentración [5].

El presente artículo explora modelos de negocio que podrían permitir la entrada de nuevas empresas en la producción de nucleótidos a partir de biomasa. A partir de una revisión teórica y un análisis de casos comparativos, se presentan estrategias viables dentro del campo de la gestión tecnológica y la ingeniería aplicada, apuntando a un escenario de innovación disruptiva [6]. Se plantea que, a través de enfoques innovadores en la ingeniería de procesos y modelos

de negocio diferenciados, se pueden superar las barreras tradicionales de los mercados oligopólicos.

II. MARCO TEÓRICO

A. *Mercados Oligopólicos en Biotecnología*

[7] sostiene que la estructura de los mercados no es estática, sino que evoluciona a medida que la innovación permite la entrada de nuevos actores. Aunque los oligopolios consolidan su dominio mediante barreras de entrada a nuevos competidores, estos pueden ser desafiados por avances tecnológicos y estrategias de diferenciación.

Las barreras de entrada propias de los mercados con alta concentración (i.e., oligopolios) suelen caracterizarse restringir el acceso mediante aspectos tecnológicos, regulatorios o financieros [8]. La limitación más evidente de las estructuras de mercado oligopólica se da principalmente en términos de precios y disponibilidad de productos. En la industria biotecnológica, por ejemplo, esto se traduce en un acceso restringido a insumos y tecnologías clave [3].

Particularmente, el mercado de los nucleótidos está altamente concentrado. Ello (como se ha comentado previamente) implica que un reducido número de empresas domina su producción y comercialización, lo que les permite influir significativamente en la oferta y los precios de los nucleótidos. Según un informe de [4], entre los actores clave del mercado de los nucleótidos se encuentran empresas como CJ CheilJedang Corp., Ajinomoto Co. Inc., Thermo Fisher Scientific Inc., DAESANG y STAR LAKE BIOSCIENCE. En tal sentido, si bien se observa dicha concentración, el presente trabajo pretende explorar si la innovación en producción y modelos de negocio podría abrir oportunidades para nuevos competidores, siempre que logren sortear las restricciones comerciales y regulatorias.

B. *Complejidad en la Proyección de Modelos de Negocio en Mercados de Alta Concentración.*

Proyectar modelos de negocio en mercados altamente concentrados implica desafíos significativos debido a la competencia con actores bien establecidos, restricciones regulatorias y altos costos de inversión en infraestructura y certificaciones [3]. En estos mercados, la presencia de grandes empresas con ventajas en economía de escala y acceso a redes de distribución limitadas dificulta la penetración de nuevos jugadores [5]. Asimismo, la innovación disruptiva no siempre es suficiente para garantizar el éxito comercial, ya que requiere estrategias sólidas de financiamiento y establecimiento de alianzas estratégicas para reducir el riesgo de exclusión del mercado [2].

Para analizar las estrategias de entrada en el mercado de nucleótidos, se utilizará el Business Model Canvas (BMC) [9] como herramienta para estructurar los diferentes modelos de negocio propuestos. Este enfoque permite evaluar la viabilidad de cada estrategia al considerar elementos clave como la propuesta de valor, los segmentos de clientes, las fuentes de ingresos y la estructura de costos, entre otros.

Además, se plantea la posibilidad de adoptar el enfoque de “marca ingrediente” como estrategia de diferenciación. Este modelo ha sido exitosamente implementado en industrias como el café (con “Café de Colombia”) y la tecnología (“Intel Inside”), donde el producto base se comercializa bajo una identidad propia que añade valor a productos finales elaborados por terceros [10]. En el caso de los nucleótidos, esta estrategia permitiría que una empresa emergente los comercializara como materia prima diferenciada, con una marca propia que garantice calidad y trazabilidad. De este modo, los nucleótidos podrían ser promovidos como un componente esencial en kits de diagnóstico, sin que la empresa productora tenga que desarrollar los kits en sí mismos, sino integrarse estratégicamente en la cadena de valor de empresas establecidas en el sector.

III. METODOLOGÍA

El estudio se fundamenta en una revisión exploratoria de literatura [11] y un análisis individual de casos en sectores de alta tecnología con estructuras de mercado similares a la industria de los nucleótidos [12]. Se utilizaron bases de datos científicas reconocidas, como Scopus y Web of Science, para identificar estudios previos sobre modelos de negocio, barreras de entrada en la biotecnología y estrategias de posicionamiento en mercados altamente concentrados.

Para ilustrar la aplicabilidad de las estrategias propuestas, se seleccionaron casos de referencia en industrias tecnológicas y biotecnológicas, donde empresas emergentes han logrado ingresar y consolidarse en mercados dominados por pocos actores. Cada caso se escogió en función de su relevancia en términos de innovación estratégica, mecanismos de entrada al mercado y ventajas competitivas generadas, con el fin de identificar aprendizajes extrapolables a la producción de nucleótidos.

Además, para estructurar y analizar en profundidad cada modelo de negocio propuesto, se utilizó la herramienta BMC [9]. Se diseñó un canvas específico para cada una de las estrategias analizadas, permitiendo visualizar y comparar aspectos clave como la propuesta de valor, los segmentos de clientes, las fuentes de ingresos, la estructura de costos y los socios estratégicos. Esta aproximación facilitó la identificación de fortalezas y limitaciones en la implementación de cada enfoque.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo de oportunidades y amenazas para cada estrategia, considerando factores clave como diferenciación competitiva, barreras regulatorias, requerimientos tecnológicos, riesgos financieros y sostenibilidad del modelo de negocio. Este análisis permitió contrastar las ventajas y desafíos de cada alternativa, proporcionando un marco de referencia para la toma de decisiones estratégicas en la industria de los nucleótidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de modelos de negocio en mercados de alta concentración permite identificar estrategias clave para nuevos entrantes. A través del BMC, se estructuran cinco enfoques viables que podrían facilitar la inserción en el mercado de nucleótidos. Cada estrategia es analizada considerando su viabilidad, ventajas competitivas y riesgos asociados.

A. Estrategia de Nicho – Bluebird Bio

Este modelo se basa en atender demandas específicas no cubiertas por los grandes jugadores del mercado. Se enfoca en productos altamente especializados para segmentos de clientes con necesidades particulares [13].

Bluebird Bio ha logrado posicionarse en la industria biotecnológica mediante el desarrollo de terapias génicas para enfermedades raras. A diferencia de las grandes farmacéuticas que buscan tratamientos para enfermedades masivas, Bluebird Bio ha concentrado sus esfuerzos en nichos altamente especializados, como la β -talasemia y la anemia de células falciformes. Esta estrategia le ha permitido captar mercados específicos con menos competencia directa, estableciendo colaboraciones con centros de investigación y hospitales [14].

En el caso de los nucleótidos, una estrategia similar podría implicar el desarrollo de nucleótidos específicos para pruebas de diagnóstico ultraspecializadas o terapias avanzadas. Este enfoque permitiría a nuevos actores ingresar al mercado sin competir directamente con los productores establecidos, sino aprovechando necesidades desatendidas y estableciendo acuerdos estratégicos con laboratorios especializados. Ver estructura de Canvas respectivo en Tabla I.

TABLA I
NUCLEÓTIDOS COMO ESTRATEGIA DE NICHOS.

Sección	Descripción
Propuesta de Valor	Nucleótidos altamente especializados para aplicaciones ultraspecíficas en diagnóstico molecular y terapias génicas emergentes.
Segmentos de Clientes	Laboratorios de diagnóstico, centros de investigación genética, hospitales y biotecnológicas enfocadas en medicina personalizada.
Canales	Venta directa a laboratorios y centros de investigación, distribución a través de redes especializadas en biotecnología.
Relación con Clientes	Soporte técnico especializado, personalización de productos según requerimientos del cliente.
Fuentes de Ingresos	Venta de nucleótidos premium y servicios de consultoría en formulaciones especializadas.
Recursos Clave	Infraestructura de I+D en biotecnología, certificaciones de calidad, conocimiento en síntesis avanzada de biomoléculas.
Actividades Clave	Investigación y desarrollo, escalado de producción, certificación regulatoria, comercialización de productos especializados.
Socios Clave	Hospitales, universidades, centros de investigación, redes de distribución en biotecnología.
Estructura de Costos	Costos de I+D, certificaciones regulatorias, validaciones científicas, comercialización en mercados especializados.

B. Colaboraciones Estratégicas – Moderna.

Las asociaciones con actores establecidos pueden facilitar la entrada al mercado al aprovechar infraestructuras existentes y redes de distribución consolidadas.

Moderna es un referente en la industria biotecnológica gracias a su estrategia de colaboración con grandes farmacéuticas y entidades de investigación. Su modelo de negocio ha estado basado en alianzas estratégicas para el desarrollo y distribución de vacunas y terapias de ARNm, evitando los altos costos de manufactura y comercialización a gran escala [15].

En el sector de nucleótidos, una empresa emergente podría replicar esta estrategia estableciendo acuerdos con universidades y laboratorios clínicos para co-desarrollar productos basados en nucleótidos sin incurrir en costos prohibitivos de infraestructura. Esto permitiría acceder a tecnología avanzada sin necesidad de invertir en la creación de una planta de producción propia, aprovechando el ecosistema de investigación ya existente en instituciones académicas. Ver estructura de Canvas respectivo en Tabla II.

TABLA II
NUCLEÓTIDOS COMO NEGOCIO DE COLABORACIÓN ESTRATÉGICA

Sección	Descripción
Propuesta de Valor	Desarrollo de nucleótidos innovadores a través de investigación colaborativa con actores clave del sector.
Segmentos de Clientes	Empresas biotecnológicas, universidades, centros médicos y farmacéuticas especializadas en diagnóstico molecular.
Canales	Transferencia de tecnología, licenciamiento de desarrollos, distribución mediante socios comerciales establecidos.
Relación con Clientes	Acuerdos estratégicos de largo plazo, colaboración en proyectos conjuntos de innovación.
Fuentes de Ingresos	Licenciamiento de tecnología, acuerdos de co-desarrollo con grandes actores del sector biotecnológico.
Recursos Clave	Plataformas de investigación en biotecnología, acceso a patentes y propiedad intelectual.
Actividades Clave	Desarrollo conjunto de productos, validaciones regulatorias, optimización de procesos de producción.
Socios Clave	Centros de I+D, farmacéuticas, startups biotecnológicas, universidades.
Estructura de Costos	Costos compartidos de desarrollo, pruebas clínicas, infraestructura de producción experimental.

C. Integración en la Cadena de Valor – Tesla

La reducción de la dependencia de proveedores dominantes mediante la internalización de procesos productivos es una estrategia clave para mejorar el control sobre costos y calidad.

Tesla ha revolucionado la industria automotriz al internalizar procesos clave en su cadena de valor, como la fabricación de baterías, evitando depender de proveedores externos. Esta estrategia ha reducido costos y le ha dado mayor control sobre la disponibilidad y calidad de sus insumos, diferenciándose de otros fabricantes [16].

En la industria de nucleótidos, una estrategia similar podría enfocarse en la producción interna de reactivos esenciales, evitando la dependencia de proveedores oligopólicos. Esto podría lograrse mediante procesos biotecnológicos optimizados, como la fermentación a partir de biomasa, reduciendo costos y asegurando el acceso a insumos

clave sin restricciones de mercado. Ver estructura de Canvas respectivo en Tabla III.

Tabla III
NUCLEÓTIDOS COMO NEGOCIO DE CADENA DE VALOR INTEGRADA

Sección	Descripción
Propuesta de Valor	Producción interna de nucleótidos para evitar dependencia de proveedores y reducir costos a largo plazo
Segmentos de Clientes	Fabricantes de kits de diagnóstico, farmacéuticas y empresas biotecnológicas.
Canales	Canales directos a clientes B2B, acuerdos comerciales con fabricantes y distribuidores.
Relación con Clientes	Relaciones contractuales a largo plazo con clientes estratégicos.
Fuentes de Ingresos	Venta de nucleótidos en grandes volúmenes con costos optimizados.
Recursos Clave	Infraestructura de producción interna, capacidad de síntesis y purificación de nucleótidos.
Actividades Clave	Producción a escala industrial, control de calidad, optimización de procesos productivos.
Socios Clave	Distribuidores estratégicos, fabricantes de insumos biotecnológicos, laboratorios de pruebas clínicas.
Estructura de Costos	Altos costos iniciales de infraestructura, mantenimiento de equipos de producción avanzada.

D. Innovación en Producción – Caso Lanzatech

El uso de biomasa como alternativa tecnológica podría representar una ventaja competitiva al ofrecer una opción más sostenible y económicamente viable.

LanzaTech ha innovado en la producción sostenible de químicos industriales a partir de emisiones de carbono, desarrollando un modelo de negocio basado en la valorización de residuos. Su tecnología permite transformar desechos en productos químicos de alto valor, alineándose con tendencias globales de sostenibilidad [17].

En el caso de los nucleótidos, una empresa emergente podría adoptar un enfoque similar utilizando biomasa como fuente alternativa de producción. Esto no solo reduciría costos, sino que también respondería a la creciente demanda de producción sostenible en la industria biotecnológica, diferenciándose de los métodos tradicionales altamente dependientes de materias primas costosas y restringidas. Ver estructura de Canvas respectivo en Tabla IV.

Tabla IV
NUCLEÓTIDOS COMO NEGOCIO INNOVADOR EN SU PROCESO PRODUCTIVO

Sección	Descripción
Propuesta de Valor	Producción de nucleótidos a partir de biomasa, reduciendo costos y generando un impacto ambiental positivo.
Segmentos de Clientes	Empresas de biotecnología, farmacéuticas, fabricantes de pruebas de diagnóstico
Canales	Distribución a través de redes especializadas en biotecnología, alianzas con productores de insumos médicos.
Relación con Clientes	Relaciones basadas en sostenibilidad y eficiencia en costos.
Fuentes de Ingresos	Venta de nucleótidos ecológicos, certificaciones de sostenibilidad para productos biotecnológicos.
Recursos Clave	Plantas de producción optimizadas, tecnología de bioconversión, patentes sobre procesos bioquímicos.
Actividades Clave	Desarrollo de procesos de fermentación, optimización de métodos de extracción de nucleótidos.

Socios Clave	Universidades, bioindustrias, empresas enfocadas en tecnología limpia.
Estructura de Costos	Costos de desarrollo tecnológico, escalamiento de producción, certificaciones ambientales.

E. Modelo de Marca Ingrediente – Intel Inside.

En este modelo, los nucleótidos serían comercializados como un insumo premium con identidad propia, asegurando su diferenciación en productos finales sin necesidad de competir directamente con los fabricantes.

Intel revolucionó la industria tecnológica con su estrategia de marca ingrediente, posicionando sus procesadores como un componente premium esencial en computadoras de distintos fabricantes. A través de campañas de co-branding y certificaciones, logró diferenciar su producto sin necesidad de vender computadoras directamente [18].

En el mercado de nucleótidos, una empresa emergente podría replicar esta estrategia estableciendo su producto como un estándar de calidad en la fabricación de kits de diagnóstico. Esto permitiría generar reconocimiento sin competir directamente con las grandes marcas que comercializan productos finales, sino integrándose en su cadena de valor y promoviendo alianzas estratégicas con fabricantes de insumos médicos. Ver estructura de Canvas respectivo en Tabla V.

Tabla V
NUCLEÓTIDOS COMO NEGOCIO DE MARCA INGREDIENTE

Sección	Descripción
Propuesta de Valor	Los nucleótidos se posicionan como un componente esencial y certificado en la fabricación de kits de diagnóstico.
Segmentos de Clientes	Fabricantes de kits de diagnóstico, laboratorios clínicos, farmacéuticas.
Canales	Marketing conjunto con grandes marcas, inclusión del sello de calidad en productos finales.
Relación con Clientes	Reputación basada en certificaciones, co-branding con fabricantes reconocidos.
Fuentes de Ingresos	Licenciamiento de marca, certificaciones de calidad.
Recursos Clave	Marca reconocida en el sector, certificaciones reguladoras, tecnología avanzada en producción de nucleótidos.
Actividades Clave	Certificación y validación de productos, marketing de diferenciación.
Socios Clave	Fabricantes de kits de diagnóstico, distribuidores de insumos médicos, asociaciones de la industria.
Estructura de Costos	Costos en certificaciones, auditorías de calidad, estrategias de branding y marketing.

Con base en los casos analizados y representaciones estructurales desarrolladas, puede verse que cada modelo de negocio ofrece una estrategia viable para ingresar al mercado de nucleótidos con ventajas y desafíos particulares. Dependiendo de los recursos disponibles, una empresa emergente podría optar por diferenciación tecnológica, integración vertical, alianzas estratégicas o posicionamiento de marca.

F. Análisis Comparativo de Modelos de Negocio.

La evaluación de diferentes modelos de negocio aplicables a la producción de nucleótidos en mercados altamente concentrados permite identificar oportunidades estratégicas y desafíos clave para nuevos entrantes. Cada modelo presenta ventajas distintivas, como la diferenciación a través de nichos especializados, la reducción de costos mediante alianzas estratégicas o la consolidación de una marca ingrediente para posicionarse en la industria. Sin embargo, también enfrentan barreras significativas, incluyendo altos costos iniciales, riesgos asociados a la dependencia de socios estratégicos o la dificultad para obtener credibilidad en un sector dominado por grandes corporaciones.

La Tabla VI sintetiza las principales oportunidades y desafíos de cada modelo de negocio, proporcionando un marco comparativo para la toma de decisiones estratégicas en la industria de nucleótidos.

TABLA VI
COMPARACIÓN DE MODELOS DE NEGOCIO: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Modelo de Negocio	Oportunidades	Desafíos
Estrategia de Nicho	Diferenciación a través de productos altamente especializados y menor competencia directa.	Mercado reducido y riesgo de baja demanda para productos extremadamente especializados.
Colaboraciones Estratégicas	Acceso a tecnología de punta y reducción de costos de I+D mediante alianzas estratégicas.	Dependencia de socios estratégicos y posibles limitaciones en la propiedad intelectual.
Integración en la Cadena de Valor	Mayor control sobre costos y disponibilidad de insumos clave, evitando la dependencia de proveedores oligopólicos.	Altos costos iniciales de infraestructura y largos periodos de retorno de inversión.
Innovación en Producción	Reducción de costos de producción y alineación con tendencias de sostenibilidad en biotecnología.	Desafíos en escalabilidad y aceptación del mercado para nuevas tecnologías de producción.
Modelo de Marca Ingrediente	Creación de valor de marca y diferenciación sin necesidad de competir directamente en la comercialización final.	Dificultad en establecer credibilidad y reconocimiento de marca en un sector dominado por grandes jugadores.

En general, como se puede ver, cada uno de estos modelos de negocio presentan oportunidades y desafíos diversos para nuevos entrantes, y su implementación dependerá de factores clave como regulaciones, acceso a financiamiento, infraestructura tecnológica y capacidad de innovación. Las barreras de entrada en la industria de los nucleótidos no solo se limitan a la inversión inicial y los requisitos regulatorios, sino también a la capacidad de desarrollar redes estratégicas de colaboración con actores establecidos, ya sean universidades, centros de investigación o grandes fabricantes de insumos biotecnológicos.

Desde una perspectiva de gestión tecnológica, la integración de enfoques de ingeniería en optimización de procesos, control de calidad y escalabilidad en la producción es fundamental para la viabilidad de cada modelo. Por ejemplo, las estrategias basadas en innovación en producción

o integración en la cadena de valor pueden proporcionar ventajas competitivas significativas, pero requieren inversiones en infraestructura y procesos avanzados de bioingeniería. De manera similar, modelos como la marca ingrediente o las colaboraciones estratégicas dependen en gran medida del establecimiento de alianzas sólidas y una validación científica que respalde la diferenciación del producto.

Finalmente, el éxito de cualquier modelo dependerá de su capacidad para sortear las dinámicas oligopólicas del sector, identificar nichos desatendidos y adoptar estrategias de diferenciación que permitan la sostenibilidad del negocio a largo plazo. La evaluación de riesgos y la formulación de estrategias de mitigación serán aspectos determinantes para la consolidación de nuevos actores en este mercado altamente competitivo.

V. CONCLUSIONES

El trabajo concluye que existen diversas estrategias viables para ingresar en el mercado de nucleótidos a pesar de su estructura altamente concentrada. Sin embargo, la complejidad de estos mercados requiere estrategias bien definidas en términos de inversión, alianzas estratégicas y diferenciación de productos. En tal sentido, la intersección entre ingeniería, biotecnología y modelos de negocio abre oportunidades para la innovación en procesos industriales y estrategias de comercialización diferenciadas.

Desde el enfoque de la ingeniería aplicada, la optimización de procesos productivos mediante el uso de biomasa y tecnologías emergentes puede representar un eventual factor de diferenciación y tal vez, una ventaja competitiva clave para los nuevos entrantes. Además, la importancia del diseño del proceso en escalas inferiores es crucial para la viabilidad de una empresa emergente en el sector de nucleótidos. Antes de escalar a una producción industrial, es necesario realizar pruebas piloto en escalas reducidas para optimizar el rendimiento y eficiencia de los métodos de extracción y purificación. La validación en estas fases tempranas no solo minimiza costos, sino que también facilita la obtención de certificaciones regulatorias.

Otro aspecto clave es la disponibilidad de un capital humano altamente especializado, el cual representa un costo elevado debido a la necesidad de conocimientos avanzados en biotecnología, ingeniería química y gestión de calidad. Sin embargo, este desafío puede mitigarse parcialmente mediante alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación, que pueden proporcionar talento especializado, acceso a laboratorios e infraestructura para ensayos experimentales.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones incorporen análisis empíricos que evalúen la factibilidad real de estos modelos de negocio, así como la adaptación de estrategias para mitigar las barreras de entrada inherentes a los mercados oligopólicos. La combinación de innovación

tecnológica, colaboración con instituciones académicas y estrategias de diferenciación comercial puede facilitar la consolidación de nuevos actores en la industria de los nucleótidos.

REFERENCIAS

- [1] S. Kim, S. Park, and J. Hwang, "Advances in nucleotide-based diagnostics for infectious diseases," *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 32, no. 4, pp. e00127-18, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1128/CMR.00127-18>
- [2] G. P. Pisano, *Science Business: The Promise, the Reality, and the Future of Biotech*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 2006.
- [3] D. J. Teece, "Business models and dynamic capabilities," *Long Range Planning*, vol. 51, no. 1, pp. 40-49, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- [4] Mordor Intelligence, *Nucleotides Market - Growth, Trends, and Forecasts (2024-2029)*, 2024. [Online]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/nucleotides-market>
- [5] H. Chesbrough, *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape*, Cambridge, MA: Harvard Business Press, 2006.
- [6] C. M. Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, MA: Harvard Business Review Press, 1997.
- [7] J. A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, NY: Harper & Brothers, 1942.
- [8] O. E. Williamson, *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, New York, NY: Free Press, 1985.
- [9] A. Osterwalder and Y. Pigneur, *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, Hoboken, NJ: Wiley, 2010.
- [10] P. Kotler and K. L. Keller, *Marketing Management*, 15th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2015.
- [11] J. Webster and R. T. Watson, "Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review," *MIS Quarterly*, vol. 26, no. 2, pp. xiii-xxiii, 2002.
- [12] R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods*, 4th ed., Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2009.
- [13] M. E. Porter, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, New York, NY: Free Press, 1985.
- [14] Bluebird Bio, "Bluebird bio initiates restructuring intended to optimize cost structure and enhance focus on core programs," *Investor Relations*, 2023. [Online]. Available: <https://investor.bluebirdbio.com/news-releases/news-release-details/bluebird-bio-initiates-restructuring-intended-optimize-cost>
- [15] Moderna, "Moderna and Generation Bio announce strategic collaboration to develop non-viral genetic medicines," *Moderna, Inc.*, 2023. [Online]. Available: <https://investors.modernatx.com/news/news-details/2023/Moderna-and-Generation-Bio-Announce-Strategic-Collaboration-to-Develop-Non-Viral-Genetic-Medicines/default.aspx>
- [16] E. P. Stringham, J. K. Miller, and J. R. Clark, "Overcoming barriers to entry in an established industry: Tesla Motors," *California Management Review*, vol. 57, no. 4, pp. 85-103, 2015. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1525/cmr.2015.57.4.85>
- [17] LanzaTech, "LanzaTech carbon recycling technology," *LanzaTech Global, Inc.*, 2023. [Online]. Available: <https://www.lanzatech.com/technology>
- [18] Y. Moon and K. Herman, *Intel inside (A)*, Harvard Business School Case 9-504-063, Harvard Business School Publishing, 2014. [Online]. Available: <https://store.hbr.org/product/intel-inside-a/504063>