



UCEMA

TRABAJO FINAL MFin

**Evaluación Económico-financiera de la producción de
Cannabis medicinal y sus derivados en la República
Argentina**

Autor: Rodolfo Cambiaso

Tutor: Horacio Roura

Índice

Contenido

1. Definiciones y justificación del proyecto	4
1.1. Definición del proyecto	4
1.2. Enfoque y supuestos principales del análisis	4
1.2.1. Supuestos Principales del análisis	4
1.3. Justificación del proyecto: descripción de la situación actual:	5
1.3.1. Cannabis en el mundo	5
1.3.2. Cannabis en la Argentina	7
1.3.3. Evolución del marco legal	8
2. Estudio de mercado:	10
2.1. Tamaño de mercado	10
2.1.1. Análisis estadístico del consumo de Cannabis	10
2.2. Modelo de Negocios	14
2.2.1. Mercado	14
2.2.2. Organización de Mercado	14
2.2.3. Segmentos de mercado	15
3. Estudio Técnico	15
3.1. El cultivo de Cannabis	15
3.1.2. El Sustrato	18
3.1.3. Obtención de las plantas	19
3.1.4. Selección de genética	19
3.1.5. Sistema de iluminación	20
3.1.6. Sistema de Riego	21
3.1.7. Sistema de climatización	21
3.1.8. Sistema de humidificación	21
3.2. Métodos de extracción de aceite de Cannabis	21
3.2.4 Proceso post-extracción	22
3.2.4 Selección del proceso de extracción	22
3.2.3 Cuadro Resumen	23
4. Flujo de Fondos Relevante: Caso Base	24
4.1. Beneficios y Costos relevantes	24

5. Evaluación del caso Base.....	34
5.1 Determinación del costo de capital (WACC).....	34
5.2 Evaluación del proyecto.....	35
6. Análisis del proyecto.....	36
6.1. Análisis de sensibilidad.....	36
6.2. Análisis de Optimización.....	38
6.3. Análisis de riesgo.....	39
7. Conclusiones y recomendaciones.....	41
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	47
A2.2. Estadísticas Cannabis Medicinal en Canadá.....	47
A3.1 – Métodos de cultivo.....	49
3.1.2. Cultivo Exterior e Interior.....	49
A3.2 – El Sustrato.....	51
A3.3 – Obtención de las plantas.....	54
A3.4 – Sistema de iluminación.....	56
A3.5 – Sistema de climatización.....	59
A3.6 – Sistema de humidificación.....	60
A3.7 – Procesos de extracción de aceites.....	61
3.2.1 Extracción con dióxido de carbono (CO2).....	61
3.2.1.1. Destilación al vapor.....	62
3.2.1.2. Extracción con disolventes (hidrocarburos y solventes naturales).....	62
A4.1.2 Precios promedios del Cannabis en el mundo.....	64
A4.3.1 Estados contables.....	66
A5.1 – Obtención del beta por medio del “comparable beta approach”.....	68
A6– Análisis de sensibilidad.....	69

1. Definiciones y justificación del proyecto

1.1. Definición del proyecto

El proyecto a evaluar consiste en la producción de Cannabis y sus derivados para uso medicinal en la República Argentina. Se estudiará en particular la producción de aceite, pero también se analizará dentro de todas las alternativas medicinales existentes para determinar cuáles son factibles de producir y viables en cuanto al proyecto.

Para ello se evaluará las distintas etapas de su producción, distribución y comercialización, estudiando la conveniencia de explotar cada etapa en la cadena de valor y cuál es la mejor alternativa en cada una de ellas.

El objetivo del proyecto será entonces analizar la conveniencia del proyecto, maximizando el VAN del mismo frente a todas las alternativas disponibles, considerando además el valor económico social.

La motivación en la realización del Proyecto viene dada por una profunda necesidad que atraviesa el país y es la de obtener medicamentos alternativos a base de Cannabis para el tratamiento de una extensa lista enfermedades, muchas de las cuales deterioran de manera severa la calidad de vida de los pacientes. Tantos estudios nacionales e internacionales demuestran la eficacia del Cannabis para el tratamiento de distintas enfermedades y patologías como por ejemplo las convulsiones epilépticas especialmente en niños y jóvenes, que en muchos casos no responden a medicamentos tradicionales [0].

Comentado [h1]: El formato debe ser "justificado"

Comentado [RC2R1]: Corregido

Comentado [h3]: ¿Cómo considerarás ese valor?

1.2 Enfoque y supuestos principales del análisis

1.2.1. Supuestos Principales del análisis

- a) El mercado se comportará de forma similar al de otros países evaluados en el presente proyecto.
- b) Se puede extrapolar los datos de otros mercados a la Argentina.
- c) Habrá un avance de legalización del Cannabis medicinal, que permita su comercialización por parte de empresas privadas de forma masiva, en establecimientos autorizados para tales fines. Este supuesto se contempla en el análisis de riesgo del proyecto en donde se evalúan los escenarios según la cantidad de años que demore su aprobación. Se supone que de acuerdo con el estudio de la legislación vigente y los proyectos de ley presentados, sumados a la voluntad política, esto se realizara en el corto plazo.

- d) Habrá una continuación a nivel legislación de la aprobación del cannabis medicinal, independientemente de los cambios políticos que pudiesen ocurrir.
- e) Se aprobará en el largo plazo, al igual que en otros países, el uso del cannabis a nivel recreativo. Esto será importante para evaluar el potencial del proyecto a incrementar sustancialmente los flujos futuros y por lo tanto el valor de este.
- f) El mercado del cannabis crecerá de acuerdo con las tendencias mundiales y a las previsiones realizadas por distintas entidades especializadas en el mercado, las cuales son incluidas en el presente proyecto.
- g) Teniendo en cuenta que se trata de una industria para la cual no existe mercado lícito en Argentina, no es posible hacer una proyección de precios ya que no se cuenta con una serie histórica con valores necesarios. Por lo tanto, se asumirá que el precio de mercado actual se mantendrá a lo largo del análisis del proyecto. La variación del precio promedio de Cannabis será tenida en cuenta en el análisis de riesgo del proyecto. Teniendo en cuenta que los precios en dólares del Cannabis en Argentina se encuentran en valores bajos, esta premisa será entonces un supuesto conservador.

1.3. Justificación del proyecto: descripción de la situación actual:

1.3.1. Cannabis en el mundo

La historia del uso del Cannabis por el ser humano se remonta a la antigüedad, siendo uno de los cultivos más antiguos en donde hay evidencia registrada, en el año 8000 AC. Durante siglos sus usos fueron muy variados siendo utilizado para la fabricación de fibras para ropa y calzados, sogas, etc. Tuvo su uso como medicina y hasta como droga recreacional. Finalmente tuvo una importancia cultural destacada para distintas civilizaciones a lo largo de la historia, siendo utilizada en innumerable cantidad de ceremonias tanto civiles como religiosas.

Durante los siglos XII y XIII D.C comenzó su expansión por todo el mundo primero por Asia, la India, África y Europa para finalmente ser introducida por los colonizadores en América. Pronto creció su popularidad y su uso como sustancia recreativa por lo cual hacia el año 1800 comienzan las primeras restricciones de su uso, siendo cada vez más la cantidad de países que prohibieron su comercialización o uso en su territorio o el de sus colonias. Para principios del siglo XX se amplía su prohibición a nivel internacional como consecuencia de la convención internacional del opio. La marihuana, como se conoce comúnmente al Cannabis, fue creciendo en popularidad en los años subsiguientes convirtiéndose en la droga más producida, consumida y traficada. En sus esfuerzos

Comentado [h4]: Revisar redacción

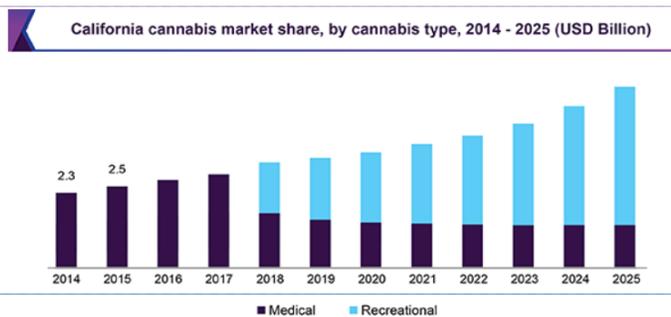
Comentado [RC5R4]: Corregido

por la erradicación de las drogas el Gobierno de EE. UU. aumentó las presiones para combatirla. Se la catalogó como "Schedule I" en la lista de Drogas de la DEA, siendo penada severamente por leyes federales. A pesar de estas prohibiciones la marihuana fue legalizada en los Países Bajos en el año 1972. Durante esta década se reanudaron los estudios sobre el Cannabis para determinar las potenciales aplicaciones medicinales. Hacia el año 1996, California es el primer estado en aprobar el uso del Cannabis medicinal desafiando una ley federal.

A partir del siglo 21 aumentan los países que legalizan el Cannabis, ya sea para uso medicinal como para uso recreativo, destacándose Canadá, algunos estados de EE. UU. y Uruguay.

En la actualidad el Cannabis es una de las industrias con mayor crecimiento sostenido desde el nuevo milenio y se espera que se continúe con esta tendencia con tasas de crecimiento anual compuesto superiores al 18% [3]. Solamente en Estados Unidos el mercado de la marihuana legal se estima que fue de USD 13,6 billones [2] dando trabajo a más de 340.000 personas. Otras estimaciones valoran este mercado, solamente en el estado de California en 20 billones de dólares [4]. Este mercado se divide principalmente en el del Cannabis medicinal y el recreativo siendo este último el de mayor crecimiento como se puede ver en el siguiente gráfico.

Figura 1: Market Share por sector en California [3]. Investopedia (2019) "The Future of the Marijuana Industry in America"



Comentado [h6]: Es una cuestión formal, pero la fuente va al pie del gráfico.

Comentado [h7]: Recordá poner la fuente del gráfico

Comentado [RC8R7]: realizado

Comentado [h9]: El título del gráfico queda mejor arriba. Además, hay que poner la fuente de cada gráfico, ilustración, tabla, etc.

Comentado [RC10R9]: corregido

1.3.2 Cannabis en la Argentina

En la Argentina el marco legal para el Cannabis es incierto y ambiguo. La Marihuana se encuentra prohibida por la ley 23737 del Código Penal de la República Argentina sancionada el 21 de septiembre de 1989 [4] en la cual se establecen penas para la tenencia, producción, distribución y hasta apología al delito aun en el caso de la tenencia para el consumo personal. Por otro lado, un hito importante se dio en el año 2009 cuando una sentencia de la Suprema Corte (Fallo Arriola) declara inconstitucional el artículo el cual pena a una persona por la tenencia para consumo personal de Marihuana. A pesar de esto, al día de la fecha no se modificó la ley y continúa siendo penado inclusive el uso en el ámbito privado, creando situaciones legales complejas.

En el año 2017 se sanciona la ley 27350 para la INVESTIGACIÓN MÉDICA Y CIENTÍFICA DEL USO MEDICINAL DE LA PLANTA DE CANNABIS Y SUS DERIVADOS. En esta ley tiene por objeto establecer un marco regulatorio para la investigación médica y científica del uso medicinal, terapéutico y/o paliativo del dolor de la planta de cannabis y sus derivados, garantizando y promoviendo el cuidado integral de la salud para el cual se crea el Programa Nacional para el Estudio y la Investigación del Uso Medicinal de la Planta de Cannabis, sus derivados y tratamientos no convencionales, en la órbita del Ministerio de Salud. La misma trata de brindar un marco legal y regulatorio para la investigación del Cannabis medicinal y su aplicación para pacientes registrados en el registro nacional voluntario de pacientes y familiares de pacientes que, presentando las patologías incluidas en la reglamentación.

Esta ley, aunque relevante y necesaria, no se está aplicando según el espíritu para la cual fue creada, con presupuesto escaso (el cual es de apenas \$600.000 para el año [9]) y organismos que no responden a la demanda para la cual fueron creados y/o coordinados en el marco de esta ley. Además, se continúa criminalizando la tenencia y autocultivo aun cuando se haga con fines medicinales y/o terapéuticos, como lo manifiestan distintas organizaciones – por ejemplo, MCA (Mama Cultiva) [7] - o en estadísticas recolectadas.

En lo que respecta al mercado, la demanda de aceites y otros productos a base de Cannabis para uso medicinal crece exponencialmente a medida que tiene más difusión en los distintos medios de comunicación, a medida que se van haciendo conocidos distintos avances médicos y científicos y con el avance del marco legal. En algunos casos, según testimonios de profesionales de la salud, la cantidad de consultas relacionadas con el aceite de Cannabis se multiplicó por 10 desde la aprobación de la ley 27350 en el año 2017 [8].

Comentado [h11]: Revisar la redacción; se repite demasiado "para consumo personal".

Comentado [RC12R11]: corregido

Siendo la aplicación de la ley escasa y en algunos casos inexistente, los usuarios recurren a otras fuentes principales para el suministro que son en el mercado negro u autocultivo. La primera opción incluye productos importados que son producidos en el extranjero como ser el caso de Chile y EE. UU., pero que no cuentan con autorización para ser distribuidos. Lo que es aún peor se comercializan múltiples marcas de aceites de producción local los cuales no cuentan con ninguna autorización de ningún organismo y mucho menos controles de calidad que certifiquen la procedencia y el contenido de estos.

Con respecto a la segunda alternativa, muchas personas optan por el autocultivo que en el mejor de los casos hacen con asesoramiento de organizaciones que incluyen profesionales de la salud. Aunque se logran buenos resultados en convenio con organismos y universidades que analizan la composición de dichos aceites, difícilmente se puedan alcanzar estándares de calidad razonables en aceites producidos en viviendas particulares. En otros casos se opta por la producción casera de aceites de Cannabis con información que se puede obtener en Internet y redes sociales, los cuales podrían llegar a poner en riesgo la salud de los pacientes al no contar con un profesional que supervise tanto la producción como el diagnóstico y tratamiento según la necesidad de cada paciente.

Cabe destacar que en el país es casi inexistente el acceso a semillas que tengan altas proporciones CBD/THC, siendo el primero el principal componente medicinal del Cannabis y el segundo el que tiene efectos psicoactivos (aunque también es utilizado para algunas patologías muy específicas).

1.3.3. Evolución del marco legal

Como nueva política de Estado, siguiendo la tendencia a nivel mundial, se apunta a la legalización del uso del Cannabis, especialmente el relacionado con fines medicinales. Para ello, durante los primeros meses del año en curso se elaboró desde el Ministerio de Salud, en colaboración del CONICET y otros organismos, una nueva reglamentación para la Ley 27.350.

Durante el mes de Julio de 2020, se presentó en video conferencia [15] el borrador de dicho proyecto.

En el mes de noviembre, mediante el decreto 883/2020 se reglamenta y amplía la ley 27.350.

Dentro de los nuevos alcances de la ley se destacan:

- a) La ampliación de la lista de enfermedades y patologías a ser tratadas con aceite de Cannabis, ampliando de esta manera la restricción que solo contemplaba la epilepsia refractaria.
- b) Se reglamenta el autocultivo, para sí, a través de familiares o terceros y el cultivo solidario para los pacientes inscriptos en el REPROCANN.
- c) Implementar medidas para proveer en forma gratuita por parte del Estado, derivados de la planta de Cannabis para aquellas y aquellos pacientes que cuenten con indicación médica con cobertura pública, caso contrario la deberán brindar obras sociales, prepagas y demás organismos.
- d) Reglamentar que los y las pacientes que tuvieren indicación médica para el uso de la planta de Cannabis y sus derivados podrán adquirir especialidades medicinales elaboradas en el país, importar especialidades medicinales debidamente registradas por la autoridad sanitaria o adquirir formulaciones magistrales elaboradas por farmacias autorizadas u otras presentaciones que en el futuro se establezcan.

De esta manera se cubre un vacío legal muy importante que dificultaba no solo la concreción de un proyecto de estas características sino el acceso a especialidades medicinales a base de Cannabis para la población en general. Si bien en materia jurídica queda un largo camino por recorrer, empezando con la inminente aplicación de la ley y sus alcances, este hito tan importante crea las bases para nuevas políticas que permitan el desarrollo de la industria medicinal del Cannabis

Por lo tanto, la concreción del presente proyecto no solo puede traer un beneficio económico para los accionistas, sino que también trae aparejado un beneficio social importante.

Comentado [h13]: Parte de los problemas que relatás surgen del incierto marco legal, con lo cual, en sentido estricto, no se genera una oportunidad de negocio.

2. Estudio de mercado:

El estudio del tamaño de mercado sobre medicamentos a base de Cannabis es complejo debido a que, hasta la fecha, se trata de un mercado ilegal. Esto se complejiza más debido a la pobre cantidad de estadísticas tanto públicas o privadas sobre el tema. Además, las escasas estadísticas que se tienen prácticamente en su totalidad son sobre el consumo de Marihuana, con énfasis en el consumo recreativo como así lo monitorean distintos organismos como el SEDRONAR y ANMAT.

Debido a esta complejidad para determinar el tamaño de mercado, se estimará el mismo en base a dos enfoques. El primero será el de evaluar países en donde haya sido aprobado y se cuente con estadísticas confiables. De acuerdo con los resultados obtenidos se extrapolará para el mercado de Argentina teniendo en cuentas variables como la cantidad de habitantes, PBI per cápita, estadísticas de salud y socio ambientales.

El segundo enfoque será evaluar las estadísticas del ministerio de salud de la República Argentina sobre las enfermedades que se encuentran asociadas a tratamientos por Cannabis y en base a estadísticas de otros países estimar que porcentaje de pacientes pueden llegar a utilizar el mismo para el tratamiento o complemento del tratamiento que están realizando con medicamentos tradicionales.

De esta manera, se podrá analizar si la estimación es correcta.

Por otro lado, se analizará el mercado de Cannabis medicinal en el mundo y actualmente en qué estado se encuentra el mercado, por el momento ilegal, en Argentina.

2.1. Tamaño de mercado

2.1.1. Análisis estadístico del consumo de Cannabis

Se usarán datos del consumo de Cannabis tanto medicinal como recreativo obtenido para distintos países y también en la Argentina para estimar el potencial tamaño del mercado. Esto es posible suponiendo que los mercados se comportan de manera similar. Esta suposición debería ser por lo menos acertada para las estadísticas provenientes de la Republica del Uruguay, país que se encuentra íntimamente relacionado en lo cultural y con algunos indicadores similares como el PBI per cápita [10] e índice de desarrollo humano [11]. Los datos obtenidos son los siguientes

Comentado [h14]: El estudio está bien encarado. Debes pulir la redacción y estructura (hay párrafos muy largos). También aclarar quiénes son los actores y su rol. Finalmente, convendría reflejar el modelo de negocio del proyecto en un esquema Canvas.

Figura 2.1 – Cantidad de consumidores de Cannabis legal en la Republica del Uruguay –
Elaborado a partir de la memoria institucional 2019 del Instituto de regulación y control del Cannabis (IRCCA).

Comentado [h15]: En todo el apartado de Mercado faltan títulos en los cuadros, y la fuente de los mismos.

Consumidores de Cannabis Legal – Uruguay. Datos elaborados según informe IRCCA (2019) [12].			
Registros	2019	2018	Crecimiento
Auto cultivadores	7817	7919	
Clubes	145	114	
Miembros de clubes	4580	2897	
Adquirientes	39004	31933	
Total, de personas	54546	42749	27.6%
Fuente [11]			

Resumen total de licencias como % de la población		
Total, Licencia	población	población [%]
54,546	3,449,000	1.58%

Los datos del mercado legal de Cannabis en Uruguay dan una idea del tamaño de un mercado legal el cual se estima en el 30% del mercado total de la Marihuana, siendo el otro 70% en el mercado negro. Por otro lado, no hay datos del consumo de aceites y derivados de CBD (el componente medicinal del Cannabis). Paradójicamente es más fácil para un ciudadano uruguayo comprar Marihuana para uso recreativo en una farmacia a razón de 1,2 USD el gramo mientras que para aceites medicinales solo se comercializa el Epifractan [12], medicamento que tiene un costo de 200 USD, inaccesible para el uruguayo promedio. Debido a esta problemática al igual que en Argentina se recurre tanto al mercado negro de productos

importados o a la producción artesanal a partir de materia prima proveniente de autocultivos o de Cannabis de expendio.

Con estas limitaciones se puede igualmente calcular cual podría ser el impacto de consumidores que utilicen el sistema legal ya sea iniciándose en él o cambiando su proveedor en el mercado negro.

Para obtener estadísticas más relevantes se recurre a un mercado más desarrollado, regulado y con una experiencia mayor en la venta de Cannabis de uso medicinal como es el canadiense. Los datos obtenidos para este país se encuentran en el ANEXO A2.2. A continuación se resumen las variables más importantes.

Tabla 2.3 – Total de licencias Cannabis medicinal – Elaboración propia a partir de estadísticas elaboradas por el gobierno de Canadá en su reporte “market data under the Access to Cannabis for Medical Purposes Regulations [14]”.

Total de licencias y total de licencias como porcentaje de la población				
Total, Licencia	Total, Autocultivo	Total	Población	Población [%]
355,785	30,054	385,838	37,810,000	1.02%

Tabla 2.4 – Promedio de consumo mensual según tipo [14]

Tipo	Promedio Consumo mensual [Kg]
Cogollos	2,124
Aceite de Cannabis	4,237
Total	6,360

Se debe tener en cuenta que los pesos aquí indicados corresponden al peso del volumen final de aceite de CBD teniendo en cuenta una densidad promedio de 0,93 g/cm³. Se toma como estándar una concentración promedio de 1/30 g/cm³ de aceite puro de CBD. Por lo tanto, el equivalente de los 4237 Kg de aceite de Cannabis sería de 4555,91 litros de aceite de CBD con una concentración 1/30 mg de CBD.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos se tiene que el consumo mensual per cápita es de 16.48 grs para los usuarios registrados.

De acuerdo con los datos obtenidos para estos dos países, se utilizarán los datos de la Secretaría de Políticas Integrales sobre Drogas (SEDRONAR) para contrastar con la Republica Argentina y de esta manera poder estimar el potencial tamaño de mercado. En el informe del año 2017 del observatorio Argentino de Drogas dependiente del SEDRONAR se determinó que el consumo alcanzo al 7,8% de la población. Estos valores fueron para los usuarios que declararon consumo en el último año. En el caso de Canadá esta cifra se elevó al 12,3% [17] en el año 2015 cuando todavía no había sido aprobado su uso recreativo. Se debe tener en cuenta que para este país el uso del Cannabis medicinal se encontraba aprobado desde el año 2001.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos se asumirá que el total de pacientes registrados que recibirán tratamiento por medio del Cannabis medicinal será del 1,4% de la población y el consumo per cápita mensual seria de 10 grs de cogollos o su equivalente en aceites. Se asume que este consumo se alcanzara en un lapso de 4 años de entrada en vigencia de la ley y dicho plazo comenzara en el año 2022. De acuerdo con esta suposición se tienen los siguientes datos.

Proyección del consumo de Cannabis medicinal según tipo , tomando como base "Año 1" el 2022.				
Producto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Volumen Cogollos [kg]	3430	3911	4458	5082
Volumen Aceites [l]	7377	8410	9587	10929

Tabla 2.5 – Estimación de tasa anual compuesta de crecimiento de la demanda de Cannabis medicinal a partir del año 2022 para la República Argentina.

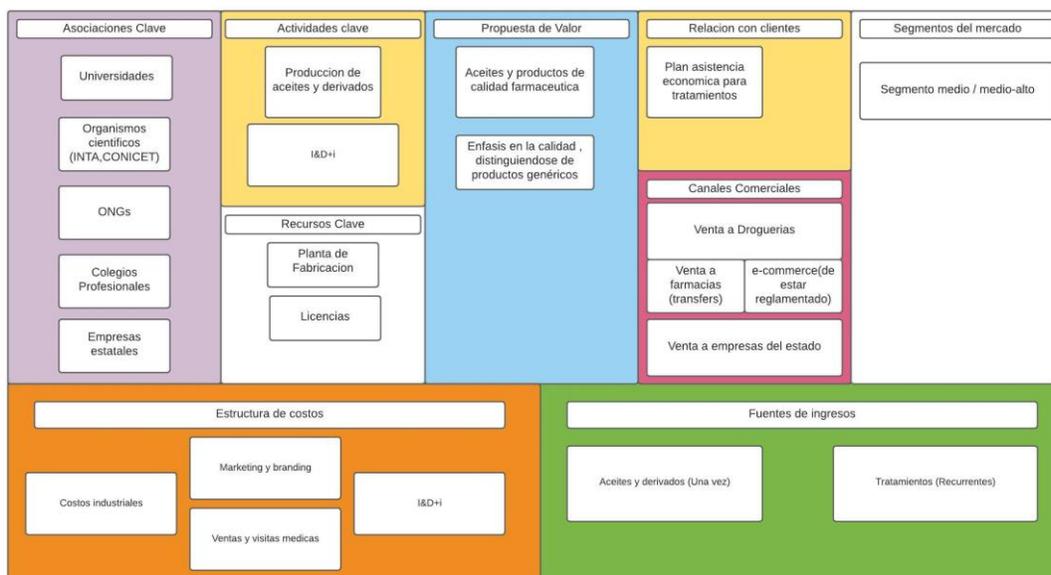
Tasa de crecimiento anual compuesto año 1 a 4 [%]
14%

Teniendo en cuenta que las proyecciones mundiales de las tasas de crecimiento del uso del Cannabis a nivel global son mayores [3] la suposición es conservadora.

2.2. Modelo de Negocios

El modelo de negocios se encuentra resumido en el siguiente modelo Canvas:

Figura 2.2.1 – Modelo esquemático del negocio



2.2.1. Mercado

Actualmente existe un mercado para el Cannabis medicinal que busca tratamientos medicinales alternativos a los medicamentos tradicionales. Por otro lado, hay una demanda creciente relacionada a productos derivados del aceite de Cannabis no psico-activo como las cremas y productos de cosmética natural.

2.2.2. Organización de Mercado

En la actualidad el único productor de aceite de Cannabis es el estado mediante la empresa Cannava SE. En diciembre del año 2020 empezó la etapa de investigación y desarrollo de aceites para su aprobación por parte de la ANMAT, que se estima que pueda demorar hasta 6 meses. La

empresa cuenta con 35 hectáreas plantadas que según estimación del INTA planea producir 70 000 Kg anuales [26]. Según la estimación del presente proyecto dicha capacidad no alcanzaría a cubrir la totalidad de la demanda local, aunque la capacidad de la empresa podría aumentar sustancialmente. Por otro lado, Cannava planea no solo el abastecimiento a hospitales y centros de salud públicos sino la exportación de dichos productos.

Se tiene en claro que en una primera instancia el principal referente del mercado será el Estado, el cual regulará la entrada de los diferentes interesados y su participación en el mercado. El presente proyecto no tiene la intención de competir con los laboratorios de producción nacional sino cubrir la demanda que naturalmente quedara insatisfecha. Es más, se busca una sinergia con dichos organismos, que en sucesivas declaraciones mostraron la intención de “abrir el juego” [27]. Los sectores a donde se focalizarían las actividades de las sociedades estatales serían diferentes, como bien establece la nueva reglamentación de la ley, la producción y distribución por parte del Estado se deberá enfocar a los pacientes que cuenten con indicación médica y con cobertura pública.

2.2.3. Segmentos de mercado

El segmento estará comprendido en la clase media y media alta. Para ellos se elaborarán productos con énfasis en la calidad en contraste a medicamentos genéricos.

3. Estudio Técnico

En el siguiente párrafo se detallarán todos los aspectos técnicos del proyecto. Se comenzará por presentar todos los procesos y técnicas tanto para el cultivo del Cannabis como para la extracción del aceite para luego seleccionar todas las tecnologías y maquinaria necesarias en cada uno de ellos.

3.1. El cultivo de Cannabis

El cultivo de Cannabis como cualquier otro tipo de cultivo tiene particularidades que hacen que se deberán controlar distintos tipos de variables para obtener los rendimientos adecuados en cada cosecha. Esto es particularmente importante en el cultivo de Cannabis medicinal ya que se debe garantizar la homogeneidad del cultivo para cumplimentar reglamentaciones a nivel sanitario y asegurar la calidad del producto.

Yendo desde los aspectos Macro a los particulares el cultivo de Cannabis se puede dividir básicamente en tres tipos: Cultivo Exterior, Cultivo Interior y Mixto. En el ANEXO A3.1 se estudia cada técnica de cultivo en particular.

3.1.1.1. Selección del método de cultivo

Como se puede ver en el ANEXO A3.1, cada método tiene sus ventajas y desventajas. En principio, no es posible descartar una técnica en particular por lo que en el presente proyecto se analizarán las dos alternativas. El análisis de ambas opciones es de vital importancia, ya que, si bien prácticamente la totalidad de empresas destacadas en el sector lo hacen en invernaderos, la tendencia está cambiando.

La industria del Cannabis legal viene sufriendo un fuerte revés durante los años 2019 y 2020 debido a numerosos factores como la caída de los precios de venta debido a la creciente oferta, la fuerte competencia con el mercado negro, la falta de bancarización en algunos países como EE. UU. y la alta presión impositiva. Esto se ve reflejado en la pérdida de valor en todas las acciones de las grandes empresas del sector como Tilray, Aurora Cannabis, Canopy Growth, APHRIA etc.

Debido a estos motivos la carrera de todos los grandes jugadores se centra en la reducción de los costos asociados a la producción y por lo tanto la baja en el precio de producción de cada gramo de Cannabis. Es por ello que algunas de las grandes empresas están reduciendo la cantidad de instalaciones de interior con baja productividad y migrando, a medida que cambian las regulaciones, hacia instalaciones de exterior en donde el costo de producción se presume significativamente menor. Tal es el caso de la empresa Cannopy Growth que provee una reducción de hasta 278.000 m² de instalaciones, lo cual implicará la pérdida de más de 500 empleos [22]. Por ejemplo, la empresa canadiense 48North ha publicado la reducción del costo del gramo a 25 centavos CAD cuando el promedio de un indoor es de 2 CAD [23].

3.1.1.2. Emplazamiento del proyecto

Cultivo en invernadero

Para el caso de cultivo interior no se tienen condiciones ambientales rigurosas, por lo que el criterio será establecer el proyecto lo más cercano a las principales áreas de consumo. Otro de los criterios es la cercanía con puertos para una posible ampliación a futuro al negocio de la exportación.

En cuanto a las características del terreno, deberá ser apto para procesos industriales y contar con todos los servicios fundamentales incluyendo provisión eléctrica en media tensión.

Se establece el lugar de emplazamiento en GBA Zona norte, más precisamente en los parques industriales de Pilar/zarate y Campana en donde se encuentran terrenos de las características requeridas (superficie y servicios).

Cultivo exterior

En el caso del cultivo exterior serán críticas las condiciones ambientales, siendo los principales criterios de selección los siguientes:

a) Requerimientos hídricos

El cultivo de Cannabis no es demasiado demandante en cuanto a las condiciones hídricas. Es más, hay estudios en donde se demuestra que el cultivo de Cannabis emplea solamente un 25% del agua requerida para otras industrias como es la producción de vino [29].

b) Temperaturas

El cannabis es muy sensible a las temperaturas y sobre todo tiene 2 bandas “permitidas” en donde podría causar serios problemas cuando se superen las temperaturas mínimas y máximas. Dicha banda establece una temperatura mínima de 12 °C y una temperatura máxima de 30 °C. Las temperaturas ideales son entre los 20°C 24°C. Otra característica deseada es la amplitud térmica, en donde un descenso de temperatura durante la noche puede mejorar procesos de crecimiento vegetativo y de esta manera obtener plantas más grandes y con mayor rendimiento.

c) Humedad

Otro de los parámetros críticos es la humedad relativa. Esto es de vital importancia debido a que el Cannabis debe ser cultivado en épocas que van desde Fines de Septiembre hasta los meses de Marzo/Abril. Estas épocas del año se caracterizan por días prolongados con humedades relativas altas.

Si bien en la etapa vegetativa es hasta necesario contar con humedades altas, para la floración se necesitan Hr de entre 50% y 60 % siendo en las etapas finales de la flora recomendado Hr que van

entre 40% y 50%. De no cumplirse dichas condiciones, sobre todo en plantaciones de grandes dimensiones es corre el riesgo de la propagación de hongos y enfermedades, así como baja en la calidad el producto final.

d) Tormentas

Se deberá procurar no establecer el cultivo en zonas en las que se registran temporales ni lluvias intensas.

e) Insolación

Se requiere una zona con alta insolación, con preponderancia de días soleados y que minimice los días nublados o con muchas precipitaciones.

Luego de realizar un análisis geográfico del país se llegó a la conclusión que el lugar optimo en donde se reúnen todas estas condiciones se encuentra en la provincia de Mendoza, más específicamente en la zona de Tunuyán.

Caracterizada por un microclima en donde las temperaturas no son tan extremas y la humedad se mantiene baja y el promedio de días soleados es uno de los más altos del país es el clima ideal para el cultivo de Cannabis. Además, es una región con amplia infraestructura para el cultivo ya que concentra las industrias vitivinícolas y la producción de frutas y verduras. En este contexto se encontraría en un hub que podría potenciar la actividad mediante la alianza estratégica con estas industrias.

3.1.2. El Sustrato

Se deberá analizar los distintos procesos de cultivo para determinar cuál de ellos es el apropiado para el proyecto. Esto incluye además el tipo de planta a utilizar, técnicas de cultivo, producción de nuevas plantas etc. Estas características se detallan en el ANEXO A3.2.

3.2.1.1. Elección del sustrato

Según se detalla en el ANEXO A3.2 el sistema hidropónico se encuentra más restringido un cultivo en invernadero interior por lo que sería una limitante esta elección del sustrato para el caso en el que se analice un cultivo de tipo exterior.

Por otro lado, los rendimientos teóricos que se pueden obtener en hidroponía no se constatan en la práctica en instalaciones a gran escala. Esto se puede observar en los grandes productores de

Cannabis en donde ciertos invernaderos hidropónicos tienen rindes de 0,73 kg/m² contra los 1,16 kg/m² que produce la empresa Aphria en donde se utiliza tierra como sustrato.

De acuerdo con lo expuesto, se selecciona como sustrato tierra con las características descriptas anteriormente.

3.1.3. Obtención de las plantas

Existen básicamente dos métodos para la producción de plantas que son explicados en el ANEXO 3.3.

En cuanto a la selección de cada método, por las razones explicadas se selecciona la clonación para el caso del cultivo en invernadero y la producción por medio de semillas para el caso exterior.

3.1.4. Selección de genética

Para la selección de la genética a utilizar se establecerá como parámetros principales dos características fundamentales.

La primera es el porcentaje de CBD que tiene cada planta y su ratio CBD:THC. Si bien existen variedades con alto contenido de CBD es imposible que no contenga rastros de THC. La legislación contempla que el producto no es psicoactivo con bajos porcentajes de THC. Por otro lado, las altas relaciones de CBD inhiben determinados procesos del THC minimizando el efecto.

El segundo criterio es la producción por m². Se quiere la mayor producción posible para maximizar el rinde.

Finalmente se buscan características como el tiempo de floración. Reduciendo esta variable también podremos obtener mayor cantidad de cosechas al año.

De todas las alternativas disponibles en el mercado la que mejor ajusta a estas características deseadas es la Dinamed CBD Plus de la empresa productora de semillas Dinamfem. Las características principales de dicha genética son:

Tabla 3.1.4 – Características de la genética seleccionada para el proyecto

Sexo	Feminizada
Genotipo	40% Indica / 60% Sativa
Cultivo recomendado	Interior y exterior
Floración en interior	55-60 días
Producción en interior	500 g/m ²
Producción en exterior	1000 g/planta
Altura en exterior	3 m
THC*	0,5-1%
CBD*	15-20%
Ratio THC/CBD	1:30

En este sentido se deberá procurar hacer todas las gestiones correspondientes en el INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE) encargado de regular la producción, difusión, manejo y acondicionamiento de los órganos de propagación de esta especie. En el Anexo IV – Selección de genética, se profundiza la determinación de este factor.

3.1.5. Sistema de iluminación

Básicamente las plantas utilizan la luz para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis que es la transformación de materia inorgánica a materia orgánica. Esta luz en la naturaleza la obtienen del sol mientras que en un sistema indoor se deberá otorgar de manera artificial por medio de artefactos de iluminación. En el ANEXO A3.4 Se explican todos los detalles técnicos concernientes a la luz y como afecta en el desarrollo de las plantas. De acuerdo a lo expuesto , se selecciona para el invernadero para complementar la luz solar un sistema de iluminación LED Full Spectrum + Far Red + IR + UV.

Comentado [h16]: Está demasiado detallado. Fijáte de resumirlo.

3.1.6. Sistema de Riego

Para el proyecto se seleccionó un riego por goteo. Un sistema de riego por goteo consiste en la aplicación gota a gota directamente sobre el sustrato en la zona radicular de la planta. La elección del método es directa ya que, sobre todo en cultivos exteriores, es la que mejores rendimientos obtiene, así como una reducción considerable tanto en el consumo de agua como en la fertilización.

Otra de las grandes ventajas con este sistema es que la dosificación tanto de agua como de fertilizante es precisa por lo que se puede alimentar a cada una de ellas de manera uniforme lo que ayuda a homogeneizar las características y así reducir la dispersión de distintas variables como peso, rendimiento, porcentaje de cannabinoides etc.

Uno de los grandes inconvenientes con los riegos por inundación en el Cannabis es que el exceso de agua puede generar enfermedades en las raíces ya que estas se pudren o debido a las altas humedades son más propensas a contraer hongos y distintos tipos de plagas. Con el riego por goteo no se corre este riesgo, además que se favorece un mejor intercambio de oxígeno, que se traduce en un aumento del desarrollo radicular y por lo tanto del crecimiento en la etapa vegetativa. Por otro lado, este efecto se ve potenciado por la mayor disponibilidad de nutrientes que constantemente se le están suministrando a las plantas a diferencia de otro tipo de riego en donde las concentraciones de nutrientes tienen mayor variabilidad.

3.1.7. Sistema de climatización.

El proceso de climatización se explica en el ANEXO A3.5. Se toma como criterio de proyecto la utilización de chillers centrífugos que son una de las tecnologías de mayor rendimiento para las potencias equiparables con la del presente proyecto.

3.1.8. Sistema de humidificación

Se seleccionó para el proyecto un sistema de humidificación por medio de inyección de vapor, este proceso se encuentra detallado en el ANEXO A3.6.

3.2. Métodos de extracción de aceite de Cannabis

Cuando se habla sobre la forma de obtención del aceite de CBD, los fabricantes se refieren principalmente al método de extracción específico. Los más comunes usan dióxido de

carbono, la destilación al vapor o hidrocarburos o disolventes naturales. Estos procesos se detallan en el anexo A3.7.

3.2.4 Proceso post-extracción

Después de la extracción, el aceite de CBD que se obtiene se describe como de "espectro completo". Esto significa que todavía están presentes otros cannabinoides, además del CBD, (incluidos CBDA, CBDV, THC y otros). Mientras el producto provenga del cáñamo industrial, la cantidad de THC será de 0.3% o menos (lo que lo hace legal en muchos países).

Los aceites de CBD de espectro completo también contienen otros elementos beneficiosos del material vegetal, como terpenos y aminoácidos. Estudios demuestran que el CBD puede interactuar con el sistema endocannabinoide de manera más efectiva cuando hay más cannabinoides presentes, por lo que muchas veces este tipo de aceite es más valorado.

Por otro lado, un aceite de espectro completo puede tener rastro algunos de THC, incluso en cantidades legales muy bajas. Debido a esto se realiza un aislado del CBD en donde el extracto se enfría y se purifica aún más en forma de concentrado cristalino. Esto da como resultado unos cristales o un polvo blanco sin sabor. Y debido a que contiene solo CBD, el concentrado de CBD tienen menos coste por miligramo, no contiene THC y tampoco tiene olor, al eliminarse los terpenos de la ecuación.

Finalmente, independientemente de si se convierte en un concentrado o si permanece como de espectro completo, el aceite de CBD se añade a otras sustancias para crear los productos de CBD que están conquistando el mercado del cannabis.

De acuerdo con esto se selecciona un método de extracción por ciclohexano. [28]

3.2.4 Selección del proceso de extracción.

Según lo estudiado en el ANEXO A3.7, se selecciona un proceso de extracción por medio de hidrocarburos. De todos los métodos existentes, juntos por la extracción con dióxido de carbono son uno con los que se pueden obtener mejor pureza sin la presencia de otros compuestos orgánicos no deseados como rastros de clorofila. Por otro lado, los costos son menores que utilizando CO₂ y los tiempos de producción son más cortos

La ventaja de este método de extracción frente a utilizar etanol, uno de las más comunes dentro de la industria, es la calidad final del producto. Esto permitiría distinguirse de otros medicamentos más masivos, que por necesidad deben reducir costos de fabricación.

3.2.3 Cuadro Resumen

Resumiendo, la selección tecnológica para cada una de las variables es la siguiente:

Parámetro	Selección
Tipo de Cultivo	Mixto en invernadero [1] Exterior [2]
Sustrato	Tierra [1]
método de obtención de plantas	clonación asexual [1] Semillas [2]
genética	Dinamed CBD Plus [1] [2]
Sistema de iluminación	LED full spectrum [1]
Sistema de Riego	Riego Por goteo[1] [2]
Sistema de refrigeración de sala	refrigeración por chillers centrífugos [1]
Sistema de condensado	Torre de enfriamiento [1]
Sistema de humidificación	Humidificador de alta presión por conducto [1]
extracción de aceite	extracción por hidrocarburos [1] [2]

[1] Análisis para cultivo interior

[2] Análisis para el cultivo exterior.

Comentado [h17]: Este cuadro es muy útil. Podrías hacer lo siguiente: en el capítulo técnico poné directamente cuál es la solución tecnológica que elegiste, y que está resumida en el cuadro. Es decir, sería explicar en pocos párrafos qué es cada una de las líneas del cuadro. Luego, todo lo que ahora aparece como el capítulo técnico lo enviás a un anexo. No importa si se repiten textos que ponés en el cuerpo principal. De esa forma quedaría más “compacta” la tesis, sería de más fácil lectura y no se perdería foco.

4. Flujo de Fondos Relevante: Caso Base

4.1. Beneficios y Costos relevantes

4.1.1. Tamaño del mercado

Los beneficios estarán dados por la venta de los productos de aceite y Cannabis y sus derivados los cuales incluyen aceites, tinturas, comestibles, geles y cremas. En una primera instancia se analiza los beneficios relacionados a las dos principales fuentes de ingreso que se estiman superaran el 80% de los ingresos de la compañía: La venta de cogollos y aceites.

Tabla 4.1.1 – facturación de la industria proyectada hasta 2027

Producto	Año 1 [2022]	Año 2 [2023]	Año 3 [2024]	Año 4 [2025]	Año 5 [2026]	Año 6 [2027]
Volumen Cogollos [kg]	3430	3911	4458	5082	5997	7076
Volumen Aceites [l]	7377	8410	9587	10929	12897	15218
Facturación Cogollos [USD]	\$ 12.577.908	\$ 14.338.815	\$ 16.346.249	\$ 18.634.724	\$ 21.988.974	\$ 25.946.990
facturación Aceite [USD]	\$ 9.221.340	\$ 10.512.328	\$ 11.984.054	\$ 13.661.821	\$ 16.120.949	\$ 19.022.720
facturación Total [USD]	\$ 21.799.248	\$ 24.851.143	\$ 28.330.303	\$ 32.296.545	\$ 38.109.923	\$ 44.969.709

Como se detalló en los capítulos precedentes se estima que en una primera etapa de establecimiento del negocio se haga en un plazo de 4 años, a partir de ese año se desarrollara la maduración de la industria con una tasa de crecimiento que acompañara las estimaciones mundiales de 18% hasta el año 2027 [31].

4.1.2. Determinación de precios de venta

El estudio para determinar los precios de venta no es sencillo ya que no existe mercado de referencia en Argentina, siendo la única referencia el mercado negro.

Por lo tanto, en primera instancia se determinó los precios promedios de venta en los distintos países. En el año 2018 la empresa Seedo (<http://weedindex.io/>) publicó un informe en base a las estadísticas suministradas por la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) que se encargó de tabular el precio promedio de Marihuana a lo largo de las distintas

ciudades en el mundo. Estos precios fueron contrastados con información propia obtenida a través del muestreo de las tiendas online de las principales empresas de Cannabis legal tanto en Estados Unidos como en Canadá (VER ANEXO 4.1.2).

Se puede observar, por ejemplo, para el caso de Canadá en donde hay un mercado legal desarrollado los precios promedios obtenidos por este índice (6,85 USD) son similares a los precios promedios relevados (6,9 USD)

En el caso de Buenos Aires el precio de referencia para el año 2018 fue de 7,2 USD. Este valor no se ajusta actualmente al precio que se obtiene en el mercado negro cuyo valor en dólares se vio fuertemente disminuido producto de las sucesivas devaluaciones y crisis económica que sufrió el país desde ese periodo. En la actualidad se toma un relevamiento de mercado para determinar un precio objetivo de 3,7 USD el gramo al mes de noviembre del año 2020.

Como se comentó en los supuestos, este será el precio para el análisis del caso base y el impacto que se puede tener en cuanto a su variación se tomará en cuenta en el análisis de sensibilidad.

Como hipótesis el precio de mercado en Argentina está fuertemente relacionado con principalmente 3 indicadores. El primero es el tipo de cambio real multilateral que en la actualidad se encuentra en valores por encima de los que existían al momento de hacer el análisis. Otro de los factores que influye fuertemente es la oferta, la cual históricamente fue reducida. Se espera que producto de la legalización y con el crecimiento de una industria legal, aumente considerablemente la oferta y haga descender los precios. Finalmente, el consumo depende también del nivel de actividad y desempleo lo cual se puede contrastar en base a los informes de consumo publicados por el SEDRONAR para los distintos años. Si bien este trabajo excede el presente proyecto se espera que con la estabilización del tipo de cambio y un crecimiento moderado de la economía los precios de mercado aumenten ya que se encuentran en valores históricos bajos.

Con respecto al Cannabis en formato de aceite, su determinación es más compleja ya que ni siquiera existe un mercado negro desarrollado. Para ello se tomó el precio promedio por mg de CBD en aceites en Canadá y se ajustó con la relación que surge de dividir el precio promedio del g de cogollos Canadá por el precio promedio del g de cogollos en la Argentina. El valor ajustado en este caso es de 0,05 USD/mgCBD.

4.1.3 Tratamiento Impositivo

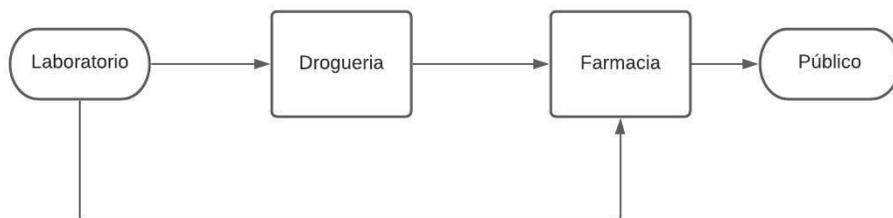
Si bien todavía algunos puntos del actual decreto están bajo consideración se estima que el tratamiento impositivo para el Cannabis medicinal y sus derivados sea bajo la órbita del Art. 7 Ley 23.349 y Decreto 150/92 que exime a los medicamentos y especialidades medicinales del pago del impuesto al valor agregado.

Por otro lado, se espera que impositivamente este tipo de especialidades se encuentre alcanzada por la Resolución Conjunta 1076/2014 y 2395/2014 que enmarca dichos productos en la ley N° 25.590 por lo que podría verse beneficiada para la importación de insumos necesarios para la producción que no se dispongan en plaza.

Finalmente, se espera que los medicamentos si tributen, como lo están haciendo, Ingresos Brutos.

4.1.4. Cadena de comercialización

En el marco de la ley 27350 y de acuerdo con las prácticas de la industria farmacéutica el circuito normal, de manera simplificada es el siguiente:



La venta al paciente la realiza la farmacia, que adquiere el producto por medio de una droguería la cual es un establecimiento dedicado a la distribución de medicamentos por cuenta propia y al por mayor. A su vez la droguería realiza compras directamente con el laboratorio.

De acuerdo con el estudio del año 2019 de la CNDC titulado “INVESTIGACIÓN DE MERCADO SOBRE LAS CONDICIONES DE COMPETENCIA EN EL MERCADO DE MEDICAMENTOS (IM 4)” se obtuvieron los márgenes típicos en la cadena de distribución.

Figura 4.1.2 – Precio real de venta de la cadena de distribución como porcentaje del precio de venta al público

Margen sobre precio de venta para la cadena de la industria farmacéutica – Estudio CNDC (2019)		
Precio Laboratorio [% PVP]	droguería [% PVP]	Farmacia [% PVP]
64,18%	68%	80,1%

Dicho esquema plantea que el precio efectivo de venta al público sobre el precio teórico sugerido es del 80,1% lo que supone descuentos al público del 19,9% sobre los precios sugeridos

Por otra parte, los márgenes de acuerdo con este informe son:

Figura 4.1.3 – márgenes de los eslabones de la cadena de distribución

Margen droguería [% PVP]	Margen Farmacia [% PVP]
3,86%	12,10%

4.1.5. Cadena de comercialización

Finalmente, la facturación real del laboratorio será:

Producto	Año 1 [2022]	Año 2 [2023]	Año 3 [2024]	Año 4 [2025]	Año 5 [2026]	Año 6 [2027]
Volumen Cogollos [kg]	3430	3911	4458	5082	5997	7076
Volumen Aceites [l]	7377	8410	9587	10929	12897	15218
facturación Cogollos [USD]	\$ 8.072.501	\$ 9.202.651	\$ 10.491.023	\$ 11.959.766	\$ 14.112.524	\$ 16.652.778
facturación Aceite [USD]	\$ 5.918.256	\$ 6.746.812	\$ 7.691.366	\$ 8.768.157	\$ 10.346.425	\$ 12.208.782
facturación Total [USD]	\$ 13.990.757	\$ 15.949.463	\$ 18.182.388	\$ 20.727.923	\$ 24.458.949	\$ 28.861.560

4.2. Costos

4.2.1 – Determinación de los costos de producción y ventas

a) Costos de producción y ventas indoor

Los costos para la producción de materia prima se resumen a continuación:

Material	Proceso	Costo por Kilo [USD]
Recipientes	producción de cogollos	\$ 9,52
Sustrato	producción de cogollos	\$ 40,82
Fertilizantes	producción de cogollos	\$ 60,00
producción de planta	producción de cogollos	\$ 62,14
Agua y otros insumos	producción de cogollos	\$ 7,62
Electricidad	producción de cogollos	\$ 70,74
Mantenimiento	producción de cogollos	\$ 81,53
Materia prima para procesos	producción de cogollos	\$ 72,50

Para la realización de la presente planilla se hizo la ingeniería de prefactibilidad en donde se determinó una potencia máxima simultánea de 3,9 MW. ANEXO A4.2. Para la determinación de las tarifas correspondientes se acudió a las publicadas por el ENRE para Tarifa 3 (“Media tensión mayor o igual a 300 kW de potencia contratada”).

Para la determinación de la mano de obra se consideró un operario por cada 32 m² de superficie de cultivo por lo que se estimó una dotación total de 300 operarios.

b) Inversión inicial

Para el cálculo de la inversión inicial se tienen en cuenta los siguientes conceptos:

Concepto	Costo [USD]
Terreno en parque industrial 20 000 m2	\$ 2.000.000,00
Obra civil construcción Invernadero	\$ 1.804.600,00
instalación luminotécnica	\$ 1.365.333,33
Sistema de riego	\$ 40.324,00
Sistema de control y automatización	\$232.000,00
Sistema de HVAC	\$ 1.040.793,60
Máquina de extracción por solventes	\$ 512.000,00
Rotavapor industrial	\$ 112.000,00
instalación de laboratorio	\$ 303.576,00
Costos varios	\$ 222.318,81
Rodados	\$ 60.000,00
Total	\$ 7.632.945,74

a) Costos de producción y ventas exterior

Material	Proceso	Costo por Kilo [USD]
Sustrato	producción	\$ 3,14
Fertilizantes	producción	\$ 5,46
Pesticidas	producción	\$ 2,13
Semillas	producción	\$ 4,35
Agua y otros insumos	producción	\$ 2,33
Electricidad	producción	\$ 7,00
Mantenimiento	producción	\$ 48,92
Materia prima para procesos	producción	\$ 72,50
Mano de obra	producción	\$ 122,67
Alquiler de maquinaria y costos iniciales	producción	\$ 25,00
Costos de comercialización	comercialización	\$ 110,41
Gastos administrativos	administración	\$ 70,77

De esta manera los costos de producción se elevan a 0,239 USD/g.

a) Para el cálculo de la inversión inicial para un cultivo exterior

Concepto	Costo [USD]
Terreno cultivable con posibilidad ampliación - Mendoza	\$ 4.500.000,00
Obra civil	\$ 360.920,00
Sistema de riego	\$ 120.972,00
Sistema de control y automatización	\$323.300
Sistema protección antigranizo/térmico	\$ 64.000,00
Máquina de extracción por solventes	\$ 512.000,00
Rotavapor industrial	\$ 112.000,00
instalación de laboratorio	\$ 303.576,00
Costos varios	\$ 283.354,56
Rodados	\$ 320.000,00
Alquiler de maquinaria agrícola y costos iniciales	\$ 721.840,00
Total	\$ 7.621.962,56

4.3. Caso Base

Con los datos obtenidos se arma el flujo de fondos del proyecto. Para ello se proyectará el balance esperado para la compañía para los primeros años y se determinará el valor terminal al año 2027 con una tasa de crecimiento constante del 3%. Los estados contables se encuentran en el ANEXO A4.3.1, A continuación, se muestra el FCF esperado para cada año. Para el cálculo del VAN del proyecto es necesario una tasa de descuento, que será calculada en el capítulo siguiente. Para la obtención de dicha tasa, se basará en una empresa full equity y se utilizará el método del CAPM para el cálculo del WACC así como el método del beta comparable para la determinación del beta.

a) Caso Base Interior

Proyectado [en mill USD]					
CASH FLOW	1	2	3	4	5
EBIT	9,0	8,3	14,2	16,8	19,8
Depreciación	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
EBITDA	10,0	9,3	15,2	17,8	20,8
Cuentas a cobrar	0,0	0,0	1,7	0,9	1,1
Inventarios	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
Cuentas a pagar	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
Imp. Ganancias	2,7	2,5	4,3	5,0	5,9
Cash de operaciones	7,0	6,8	9,2	11,8	13,7
Cash de inversiones	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
FREE CASH FLOW	6,5	6,2	8,6	11,0	12,8
Valor terminal					71,0
FCF+VT	6,5	6,2	8,6	11,0	83,8

Flujos del proyecto [M USD]						
Año	0	1	2	3	4	5
	-7,6	6,5	6,2	8,6	11,0	83,8

VAN [M USD]	40,422
r [%]	23%
TIR [%]	114%

b) Caso base exterior

Proyectado [en mill USD]					
CASH FLOW	1	2	3	4	5
EBIT	11	11	17	20	24
Depreciación	1	1	1	1	1
EBITDA	12	12	18	21	25
Cuentas a cobrar	0	0	2	1	1
Inventarios	0	0	0	0	0
Cuentas a pagar	0	0	0	0	0
Imp. Ganancias	3	3	5	6	7
Cash de operaciones	9	9	11	14	17
Cash de inversiones	1	1	1	1	1
	8	8	11	13	16
Valor terminal					88
FCF+VT	8,3	8,0	10,7	13,5	103,4

Flujos del proyecto [M USD]							
Año		0	1	2	3	4	5
		-7,6	8,3	8,0	10,7	13,5	103,4

VAN [M USD]	52,279
r [%]	23,3%
TIR [%]	136%

5. Evaluación del caso Base

5.1 Determinación del costo de capital (WACC)

Para determinar el costo del capital del proyecto se calculará el WACC relevante para el mismo.

Si bien como estrategia de largo plazo se trata de buscar la estructura de financiamiento que reduzca el WACC y por lo tanto se maximice el valor para los accionistas, en una primera instancia contar con una estructura de capital objetivo resulta muy dificultoso.

El primer obstáculo es la situación macroeconómica y financiera del país en donde el acceso a títulos de deuda se encuentra muy restringido. Esto resulta aún más difícil para un proyecto de estas características dado la inmadurez del mercado y que todavía no existe un marco legal totalmente establecido

Es por eso que se decide financiar íntegramente el proyecto con capital de riesgo mediante la emisión de equity.

El costo del ke de los accionistas se hará por medio del método del CAPM, para ello se tiene la siguiente formula

$$Ke = rf + [E(rf) - rm]\beta + RP$$

En donde se tomaron los siguientes valores obtenidos a partir de los trabajos de Damodaran [32] y el índice de riesgo país EMBI elaborado por J.P Morgan que, tomando la serie histórica desde enero de 2008, se obtiene una media de 911 puntos básicos.

Rf = 2.3%

MRP = 5.6%

Para el caso de la determinación del índice beta, se acudió al método del "comparable beta approach" (Ver ANEXO A5.1)

$\beta_{unlevered} = 2,12$

Por lo tanto, el costo del equity ke es de 23,28%

El proyecto es conveniente en los dos subproyectos analizados. En ambos casos su VAN es positivo y las TIR son altas, acordes al perfil de riesgo del mismo.

Se puede ver como dentro de los dos subproyectos, el que hace máxima la generación de riqueza para los accionistas es el de un cultivo exterior y un laboratorio de procesamiento adyacente. Los costos de producción de esta alternativa se encuentran alrededor de 0.30 USD el gramo, consistente con los rendimientos obtenidos para proyectos de similar característica en el exterior. Se estima que este enfoque es la dirección hacia donde apunta la industria mundial del Cannabis, que en los últimos años se encuentra con serias dificultades para obtener beneficios, debido entre otras cosas a los altos costes de producción.

Esto, como ya se mostró en el presente Proyecto, lo notaron empresas internacionales que están migrando sus operaciones desde invernaderos hacia cultivos en exterior como es el caso de Canopy Growth.

5.2 Evaluación del proyecto

Como se puede ver en los resultados obtenidos el proyecto resulta conveniente ya que tiene un VAN positivo. Es llamativo el resultado obtenido, como puede verse reflejado en la TIR como una medida de rentabilidad del proyecto. Tratando de determinar cuáles son las razones por las cuales estos números resultan tan atractivos se llega a las siguientes conclusiones:

a) Las rentabilidades en la industria son elevadas. Por ejemplo, en Canadá están logrando bajar los costos operativos a 1 USD/g mientras el precio de venta, dentro de un mercado ultra competitivo, en algunos casos se encuentra en el rango de entre los 7 y 9 USD. Por otro lado, el valor agregado en el procesamiento de la materia prima produce un incremento exponencial en la rentabilidad. Siguiendo con el caso de Canadá, el aceite de Cannabis tiene un costo de producción (para la medida standard de 750 mg 30 ml) de entre 4 y 6 CAD y el precio de venta varía entre 50 a 120 CAD.

b) La demanda estimada es altísima y por el momento solo se puede recurrir a aceites caseros en el mercado negro. Esto posicionaría a un laboratorio en una situación en donde la ventaja competitiva es muy alta. Es debido a esta falta de competencia que se pueden obtener tasas de rendimiento irrisorias inclusive no siendo productivo. A medida que una mayor cantidad de jugadores se vean tentados, como es de esperarse, el período durante el cual el proyecto se apropiaría de beneficios por encima de los normales se vería reducido. Llegado este punto, como se puede ver en múltiples ejemplo como el icónico mercado canadiense, solo podrán subsistir

quienes ofrezcan productos de calidad logrando bajar los costos de producción. Es por eso, que se debería actuar y rápido para captar este beneficio. El efecto de la competencia está considerado en el valor terminal. Se supone que durante los años 1 a 5 la competencia no será intensa con un correcto sistema de gestión y la aplicación de un adecuado modelo de negocios se podrá mantener con los supuestos del caso base. El efecto de la competencia afecta el valor terminal de dos maneras. La primera es la disminución de la tasa de crecimiento hipotética producto de una menor participación del mercado. Si bien el mercado, según las estimaciones presentadas en el presente proyecto deberá seguir creciendo con altas tasas más allá del 2027, se supone que no se podrá captar todo el aumento de este crecimiento. Por otro lado, el cashflow considerado para la perpetuidad es menor producto de una reducción de un 20% en los precios de venta producto de la sobre oferta.

C) Beneficio impositivo: Finalmente la industria del Cannabis medicinal se vería muy favorecida de establecerse al Cannabis y sus derivados como especialidades medicinales.

6. Análisis del proyecto

6.1. Análisis de sensibilidad

Se examinará cómo será la variación del VAN del proyecto en función de la variación de las principales variables que intervienen en los cálculos. Para ello se tiene

a) Variación del precio de venta

Como se mencionó en el presente informe, el precio en dólares del Cannabis en la Argentina se encuentra en precios históricamente bajos. Sin embargo, hay dos factores que pueden jugar un papel fundamental para la caída del precio que perjudique el precio de mercado: La competencia y la regulación.

En mercados desarrollados como es el caso del Canadiense la fuerte competencia tanto con el mercado legal como el ilegal está haciendo que disminuyan los precios promedios de venta del Cannabis legal. Esto se puede ver en el Caso de Aurora Cannabis, que cada vez enfrenta mayores desafíos para la venta de sus productos premium, por lo que está optando por priorizar sus marcas de bajo costo [34].

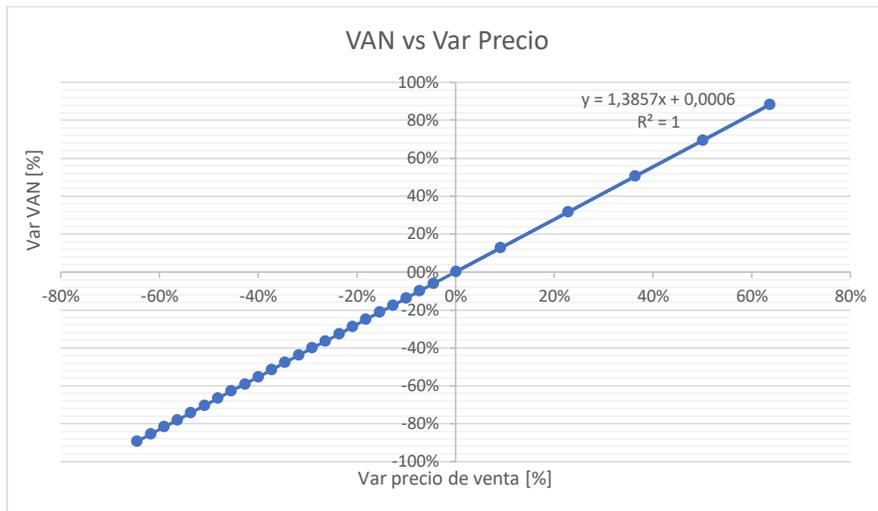
Comentado [h18]: En tu flujo de fondos deberías prever que en n años a partir de ahora la competencia llevaría los precios – y la rentabilidad – a la baja.

Por otro lado, uno de los principales riesgos es que el precio del Cannabis, como es el caso de Uruguay, sea regulado por el Estado. En el caso del país vecino, los precios de venta se encuentran entre los más bajos del mundo.

De acuerdo con lo expuesto se exponen los datos obtenidos en el ANEXO A6.1.

En lo que respecta al cultivo en invernadero el proyecto soporta una caída de los precios promedios de venta del 54% mientras que para el caso del cultivo en exterior tolera una superior al 65%. Como era de esperarse esta segunda opción es la más conveniente y la que mejor se adapta a la variabilidad de las condiciones económicas.

Gráfico 6.1.1 – Sensibilidad del VAN frente a la variación del precio promedio de venta.



b) Variación de los volúmenes de ventas

Se analiza como variara el VAN del proyecto en caso de que los volúmenes del mercado no sean los estimados en el presente proyecto o en el caso de que no se logre captar el Market Share objetivo.

Los datos obtenidos se encuentran en la tabla del ANEXO 6.1. Del análisis se puede observar como para el caso del invernadero se toleran caídas en los volúmenes de hasta un 50% mientras que

para el caso del cultivo en exterior el proyecto soporta caídas de los volúmenes teóricos de más del 57%.

Nuevamente se puede observar cómo el proyecto más robusto es el del cultivo en exterior, que puede llegar a tolerar caídas en los volúmenes de ventas muy por debajo de las estimaciones de la industria.

c) Variación de los costos totales

Se analiza como varía el VAN en función de cómo varíen los costos totales tanto de producción, comercialización como administrativos. Los datos obtenidos se muestran en el ANEXO A6.1. En este caso se realizó únicamente para el cultivo en exterior.

En este caso se puede ver cómo es la variable no afecta sustancialmente al VAN del proyecto, ya que un aumento de los costos totales de hasta un 40% lo disminuyen solamente en un 10,4%.

d) Variación de la inversión

Nuevamente se puede ver en el ANEXO A6.1 como para el cultivo en exterior la variación del monto de inversión no afecta sustancialmente al VAN. Se puede observar como un aumento de un 50% en la inversión inicial requerida solamente hace caer el VAN en un 7,4%.

6.2. Análisis de Optimización

Dentro del análisis de sensibilidad queda en evidencia donde hay que hacer foco en el proyecto es en la generación de valor a través del producto para lograr mantener los precios de venta en niveles de acuerdo a lo proyectado y/o lograr captar una mayor participación del mercado. Tanto para los costos totales de producción, comercialización y administrativos como para la inversión inicial, los cambios no generan un impacto considerable en el VAN.

Es por ello, que, en caso de llevarse a la práctica, es necesario un estudio más profundo de la demanda para poder conocer con mayor exactitud los volúmenes efectivos que se van a manejar. Por otro lado, resulta fundamental el desarrollo del modelo de negocios para asegurar captar al segmento de mercado de interés por lo que deberá jugar un papel fundamental el desarrollo de productos con los mejores estándares de la industria farmacéutica que logren diferenciarse por medio de una adecuada campaña de marketing y difusión. Como se estudió en el presente

proyecto, la inversión inicial en este rubro podría verse incrementada para asegurar estos objetivos sin que ello genere un impacto significativo en la generación de riqueza.

6.3. Análisis de riesgo

El análisis de riesgo se hará para el cultivo exterior, que, de acuerdo a lo expuesto, será al más conveniente de realizar. Para el análisis de riesgo del proyecto se tomarán 2 casos hipotéticos que junto al caso base conformaran un valor esperado para el VAN del proyecto según la probabilidad de ocurrencia se que le va a asignar a cada uno de ellos. Los 3 casos que se van a evaluar se harán de acuerdo al siguiente criterio.

6.3.1. Caso 1: Caso base

El primer caso será el caso base al cual se le asigna una probabilidad de ocurrencia del 70%.

6.3.2. Caso 2: Caso pesimista

En el caso pesimista la primera variable que se ve afectada es el precio promedio de venta y para ello se toma el caso más desfavorable. Uno de los grandes riesgos que se corre para proyectar precios es que intervenga el Estado fijando los precios de venta. Esto sin ir más lejos ocurre en el país vecino de Uruguay en donde el precio del Cannabis legal lo fija el estado. A diciembre del año 2020 el precio en farmacias ronda los 1,41 USD que se tomara como valor teórico para el presente análisis. Dichos valores se encuentran muy por debajo de los proyectados, e incluso son menores a los que se pueden acceder en el mercado ilegal.

Por otro lado, se asume también una disminución de los volúmenes de venta del 20% para adecuarse a un contexto en donde las estimaciones no sean las correctas.

Para este caso se asigna una probabilidad del 30%.

6.3.3. Caso 3: Caso optimista

Se asume en este caso hipotético que se podrá mantener los volúmenes de venta estimados en el caso base, pero con un aumento de los precios de mercado del 30%. A este caso se asigna una probabilidad baja del 10% debido a que no se espera una importante recuperación económica que haga apreciar el TCRM y recuperar los valores de mercado a los máximos vistos entre los años 2017/2018.

6.3.4. Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos se condensan en la siguiente tabla:

Gráfico 6.3 – Calculo del VAN esperado según el análisis de riesgo

Escenario	VAN	Probabilidad
E1: Caso Base	\$ 52,26	60%
E2: Caso Pesimista	\$ 2,15	30%
E3: Caso Optimista	\$ 73,97	10%
VAN Esperado		\$ 39,4

Como se puede observar, incluso en el caso pesimista el VAN sigue siendo positivo. De alguna manera, esto puede explicar cómo aun en un mercado muy regulado como es el Uruguay es factible la concreción de proyectos que generen riqueza. Por otro lado, esto también explica la demanda insatisfecha que atraviesa el mercado Uruguayo desde la regulación del Cannabis. El estado debería entonces realizar un análisis socioeconómico considerando los pro y los contra de regular el mercado. Por un lado, facilita el acceso económico a un producto medicinal fundamental para la calidad de vida de muchos pacientes. Por el otro, genera una falta de oferta del producto que se traduce en desabastecimiento y baja en la generación de riqueza para los proyectos tanto públicos como privados como también la recaudación impositiva asociada a dicha actividad. Esto será fundamental al momento en que decida no solo legalizar el Cannabis para uso medicinal sino con fines recreativos en donde los impuestos asociados son muy elevados como ocurre en la industria tabacalera.

7. Conclusiones y recomendaciones

En el presente proyecto se estudió la factibilidad del establecimiento de una nueva industria en la República Argentina para satisfacer una creciente demanda tanto a nivel doméstico como internacional.

Se vio como con las últimas modificaciones en el marco legal, dan lugar al surgimiento de proyectos tanto públicos como privados para la explotación del Cannabis para uso medicinal, aunque también se destacó como es necesario seguir profundizando en este tema. Esto se puede ver como una de las debilidades del presente proyecto, ya que tendrá que seguir muy de cerca el rumbo al que se quiera llevar la industria. Sin embargo, el panorama actual es alentador ya que existe la intención política de hacer del Cannabis medicinal una cuestión de salud pública. Lo importante será, como mucho de los problemas de la Argentina, que esto sea consistente en el tiempo.

Desde el punto de vista del proyecto en sí es muy robusto. Los datos empíricos obtenidos para otros mercados como las estadísticas a nivel nacional muestran un potencial mercado muy importante. Todas las estimaciones realizadas en el presente proyecto se hicieron con un supuesto conservador, debido a la falta de datos por tratarse de una industria que no existe en la Argentina. Sin embargo, los datos obtenidos son contundentes, aun con hipótesis sesgadas hacia los casos desfavorables, el VAN y la TIR calculadas son más que interesantes. Aun en casos en donde las condiciones de mercado tiendan a empeorar los números, la TIR obtenida se encuentra en valores muy por encima de las altas tasas de descuento que se tomaron. Se presume a que esto obedece a un factor fundamental, que es las grandes rentabilidades que ofrece esta industria, sumada a la experiencia de aprendizaje de otros países y a la capitalización del potencial agroindustrial del país. Los números no dejan lugar a dudas, el proyecto se debe realizar.

Cabe destacar, además, que por un tema de alcance no se llegó a analizar dos factores fundamentales que llevarían el presente proyecto al siguiente nivel que son la posibilidad de apertura del mercado hacia la exportación y la legalización del Cannabis para uso recreativo.

Finalmente, es necesario remarcar que la importancia del desarrollo de la industria del Cannabis medicinal en el país debe ser una prioridad ya que lo analizado en el presente documento es tan solo la punta del iceberg. No solamente, se generaría un mercado interno que agregue valor económico a la sociedad, sino que el valor social puede ser todavía mayor. La evidencia médica

muestra cómo se podría mejorar la calidad de vida de miles de pacientes que hoy en día se ven privados del acceso a un producto que literalmente podría cambiarles la vida. Por último, el desarrollo de la industria podría ser uno de los nuevos estandartes del país para el desarrollo económico. Se estima que para el año 2027 el tamaño mundial de la industria será de entre 70 y 90 billones de dólares [33]. Siendo Argentina aun al día de la fecha referente mundial en el sector agroindustrial se tiene toda la capacidad tanto técnica como humana para captar una porción importante de dicho mercado.

REFERENCIAS

- [0] ANMAT (2017): “Cannabinoides y Epilepsia”, Argentina.
http://www.anmat.gov.ar/ets/Cannabinoides_y_epilepsia.pdf
- [1] DEA (Drug Enforce Administration): “Drug Scheduling”, <https://www.dea.gov/drug-scheduling>
- [2] [DEBORAH DSOUZA](#) (2019): “The Future of the Marijuana Industry in America”,
<https://www.investopedia.com/articles/investing/111015/future-marijuana-industry-america.asp>
- [3] GRANDVIEW RESEARCH (2019): “U.S. Cannabis Market Size, Share & Trends Analysis Report By Cannabis Type (Medical, Recreational), By Product Type (Buds, Oils, Tincture), By Medical Application, (Chronic Pain, Mental Disorder, Cancer), And Segment Forecasts, 2019 – 2025”, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/us-cannabis-market>
- [4] Richard Ormond (2020): “The Bussiness of Drugs”, Netflix documentary.
- [5] Ley 23737 (1989), Código Penal:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/138/texact.htm>
- [6] Ley 27350 (2017), <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/270000-274999/273801/norma.htm>
- [7] ONG Mama Cultiva, Sitio Web Institucional:
<https://www.mamacultivaargentina.org/la-ley/#:~:text=Ley%2027.350&text=A%20m%C3%A1s%20de%20dos%20a%C3%B1os,de%20as%20terapias%20con%20marihuana>.
- [8] Julieta Roffo (2019), Nota periodística Diario Clarín,
https://www.clarin.com/sociedad/cannabis-medicinal-aceite-milagroso-demanda-cotidiana-consultas-medicas_0_2PmVTXEIS.html
- [9] Ministerio de salud y desarrollo social (2020):
<https://www.minhacienda.gob.ar/onp/documentos/presutexto/proy2020/iurent/pdf/P20J85.pdf>

- [10] IMF (International Monetary Fund, Feb 2020) [World Economic Outlook Database, 2019](#). IMF.org. [International Monetary Fund](#).
- [11] <http://www.hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>
- [12] IRCCA Instituto de control y regulación del Cannabis (2019), <https://www.ircca.gub.uy/wp-content/uploads/2020/04/Memoria-Institucional-2019.pdf>
- [13] Beatriz Miranda (2019), “Despite Cannabis Legalization, Access To Legal CBD In Uruguay Is Challenging” Ministry of Hemp, <https://ministryofhemp.com/blog/cbd-in-uruguay/>
- [14] Gobierno de Canadá (2020), <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/drugs-medication/cannabis/licensed-producers/market-data.html>
- [15] Conicet (2020), Nota periodística, <https://enys.conicet.gov.ar/se-presento-una-propuesta-para-una-reglamentacion-superadora-de-la-ley-de-cannabis-medicinal/>
- [16] SEDRONAR (2017), “Marihuana intensidad de consumo”, <https://observatorio.gov.ar/media/k2/attachments/MarihuanaZZ2017.pdf>
- [17] Canadian Center of Abuse and Adiction (2019), “Cannabis”, <https://www.ccsa.ca/sites/default/files/2019-04/CCSA-Canadian-Drug-Summary-Cannabis-2018-en.pdf>
- [18] Laura Ojea (2016), Nota periodística, <https://electricityplans.com/power-consumption-for-cannabis-growers/>
- [19] Jason Reott (2020), Nota periodística, “Legal Cannabis Presents Challenges For Utilities, Opportunities For Energy Efficiency”, Alliance to Save Energy, <https://www.ase.org/blog/legal-cannabis-presents-challenges-utilities-opportunities-energy-efficiency>
- [20], NCV Newswire (2020), nota periodística, <https://www.newcannabisventures.com/aurora-cannabis-reports-progress-on-cost-reductions-and-will-take-up-to-200-million-asset-impairment-charges>

- [21], Canopy Growth (2020), Press Release, <https://www.canopygrowth.com/investors/news-releases/canopy-growth-announces-production-optimization-plan-in-canada/>
- [22], Patrick Cain (2019), Nota periodística, Global News <https://globalnews.ca/news/6258000/outdoor-grown-cannabis-lower-legal-weed-prices/>
- [23] Wikipedia, Ph del suelo, https://es.wikipedia.org/wiki/PH_del_suelo
- [24] Dr. Bruce Bugbee [2020], “Maximizing Cannabis Yields” https://www.youtube.com/watch?v=JwtkHxv_3pU&t=2529s
- [25] <https://www.dinafem.org/es/dinamed-cbd-plus/>
- [26] Nota periodística, <https://www.jujuvalmomento.com/produccion/gaston-morales-a-los-medicos-les-falta-capacitacion-cannabis-n112449>
- [27] Fernando Soriano [2020], Nota Periodística, <https://www.infobae.com/sociedad/2020/12/02/jujuy-presento-el-primer-producto-medicinal-de-cannabis-hecho-en-argentina-es-una-planta-virtuosa/>
- [28] Dr. Bruce Bugbee [2019], “Far-Red The forgotten Photons”, <https://www.youtube.com/watch?v=sS7aAcacfgk&t=759s>
- [29] D. CIVANTOS [2019], Dinafem, <https://www.dinafem.org/es/blog/metodos-comunes-extraccion-cbd/>
- [30] Humbolt seed organization (2016), “El cultivo del cannabis emplea 1/4 del agua que se utiliza para el negocio del vino y multiplica 17 veces su beneficio”,

<https://www.humboldtseeds.net/es/blog/cultivo-del-cannabis-emplea-14-del-agua-se-utiliza-negocio-del-vino-multiplica-17-veces-beneficio/>

- [31] <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-legal-marijuana-market>
- [32] <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cannabis-marijuana-market-100219>
- [33] Max A. Cherney [2020], nota periodística, “People want cheap weed, and Aurora Cannabis is paying the price”, <https://www.marketwatch.com/story/people-want-cheap-weed-and-aurora-cannabis-is-paying-the-price-2020-02-13>.

ANEXOS

A2.2. Estadísticas Cannabis Medicinal en Canadá.

Tabla 2.2 – Cantidad de usuario de Cannabis Medicinal registrados en vendedores con licencia [14]

Total, de usuarios registrados vendedores con licencia [14]	
Fecha	Total, Canadá
Oct. 2018	345,520
Nov. 2018	352,965
Dec. 2018	353,642
Jan. 2019	356,034
Feb. 2019	359,064
Mar. 2019	355,302
Apr. 2019	359,535
May-19	362,506
Jun. 2019	363,917
Jul. 2019	368,164
Aug. 2019	366,332
Sep. 2019	369,614
Oct. 2019	363,555
Nov. 2019	362,595
Dec. 2019	358,864
Jan. 2020	342,112
Feb. 2020	335,363
Mar. 2020	329,038

Tabla 2.3 – Cantidad de usuarios que cultivan y/o producen para sí mismo o para terceros [14]

Total, de usuarios autocultivo [14]	
Fecha	Total, Canadá
Oct. 2018	25,945
Nov. 2018	26,511
Dec. 2018	27,281
Jan. 2019	28,315
Feb. 2019	30,028
Mar. 2019	30,883
Apr. 2019	29,675
May-19	29,274
Jun. 2019	28,869
Jul. 2019	28,829
Aug. 2019	28,985
Sep. 2019	29,193
Oct. 2019	30,188
Nov. 2019	31,050
Dec. 2019	32,390
Jan. 2020	33,551
Feb. 2020	34,772
Mar. 2020	35,227

A3.1 – Métodos de cultivo

3.1.2. Cultivo Exterior e Interior

3.1.2.1. Cultivo Exterior

El cultivo exterior aprovecha todas las ventajas que otorga la naturaleza siendo la más importante la energía solar, mediante la cual la planta lleva a cabo el proceso de fotosíntesis que consiste en transformar energía lumínica en energía química convirtiendo de esta manera la materia inorgánica en orgánica. Las plantas necesitan una gran cantidad de luz que de esta manera la obtienen del sol de manera inagotable y sin costo alguno, además por más que cada vez se perfeccionan más las distintas tecnologías de iluminación, no se consigue replicar de forma exacta la luz solar. Finalmente se estima que el 38% de la energía necesaria para el cultivo de Cannabis es la energía lumínica siendo este el principal consumo.

Otra de las grandes ventajas es el espacio, ya que en algunos casos algunas variedades pueden alcanzar entre los 3 y 4 metros con producciones que pueden oscilar entre los 2 y 3 Kg por planta. Por lo tanto, el espacio que requieren es alto lo cual naturalmente implica un costo elevado en los cultivos interiores. De esta manera, el espacio deja de ser un limitante y se puede aprovechar el máximo potencial de la planta.

Finalmente, la inversión necesaria para este tipo de cultivo es significativamente menor que la del cultivo en interior ya que en principio se prescinde de sistemas de iluminación, ventilación, aire acondicionado, etc. Por otro lado, esto hace que los costos asociados al mantenimiento del cultivo también sean inferiores.

En cuanto a las desventajas de este tipo de cultivo se tiene lo siguiente:

a) Plantas dependientes de fotoperiodos

Las plantas de Cannabis dependen en su ciclo de condiciones de iluminación muy específicas. En estado de crecimiento vegetativo, en exterior, se necesita como mínimo entre 12 y 14 horas de luz diarias, en cambio para la floración lo harán con un ciclo de 10 a 12 horas de luz diurna. De esta manera, el cultivo se vuelve estacional ya que se podrá cultivar en un determinado periodo del año. Para Argentina el cultivo en exterior se puede dar recién a partir de septiembre y en fase vegetativa durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero para cosechar de Finales de Marzo a mayo. Por lo tanto, se podría realizar una sola cosecha al año con los inconvenientes

que esto trae para una escala de consumo masivo ya que no permite adaptar la producción a las fluctuaciones de la demanda a lo largo del año.

Si bien existe otra variedad de Cannabis que son las denominadas plantas autoflorescentes, las cuales no dependen de un periodo de luz, sino que la floración se produce en un determinado tiempo de vegetación, de no tener exposiciones solares mayores a las 12 horas los rendimientos que se pueden obtener son pobres, lo que también hace que sea factible una producción a escala industrial durante finales de septiembre hasta marzo.

b) Condiciones ambientales

Como se vio anteriormente, por cuestiones de las características de las plantas solo es posible cosecharlas en determinados periodos del año. Además de las limitaciones lumínicas las plantas son sensibles a las temperaturas por lo que su cosecha en exterior en un clima como el de Argentina, en donde en invierno se alcanzan temperaturas muy bajas no es factible.

Por otro lado, los demás factores climáticos también pueden afectar a la plantación. Las lluvias intensas, en algunos casos acompañadas con granizo, ráfagas de viento, condiciones de alta humedad perjudican e inclusive en épocas aptas para el cultivo los picos de temperatura pueden dañar o destruir la plantación.

Finalmente, las plantas en exterior tienen mayor probabilidad de contraer hongos, enfermedades y también ser atacado por insectos y otros microorganismos.

3.1.2.2. Cultivo interior

El cultivo en interior consiste en recrear las condiciones climáticas aptas para el cultivo de Cannabis, pero en un ambiente controlado. En cuanto a las ventajas que ofrece esta técnica de cultivo es la de tener plantaciones mucho más estables y homogéneas. Mediante el uso de tecnología se puede controlar todos los parámetros óptimos para el pleno desarrollo de la planta. Por ejemplo, es muy sencillo controlar la cantidad de luz que reciben para proporcionar todos los días las mismas horas de luz, cosa que no ocurre en exterior en los días nublados o con lluvias. Todos otros los parámetros como la temperatura, humedad, ventilación y hasta velocidad del viento pueden ser controlados con facilidad. De esta manera se obtiene una producción controlada, tanto en tiempo del ciclo total como la calidad. Otra de las grandes ventajas es que se

encuentran al resguardo de las condiciones climáticas externas y también son menos propensas a plagas y enfermedades.

La principal desventaja de los indoor son los costos. En un principio las inversiones son considerablemente mayores ya que se necesitan sistema de iluminación para horticultura, sistemas de ventilación y aire acondicionado y riego. Por otro lado, los costos de operación son muy altos. El consumo eléctrico derivado de las instalaciones de cultivo interior es tan intenso que la densidad de energía utilizada supera la de industrias pesadas como la del petróleo, químicas, mineras e incluso la de las papeleras. Se estima que solamente en EE. UU. el consumo anual puede superar los \$6.000 millones de dólares [19]. Teniendo en cuenta los costos asociados a este tipo de cultivo los costos totales de producción pueden llegar a resultar prohibitivos. De hecho, los costos de operación son uno de los problemas que actualmente está atravesando la industria del Cannabis legal tanto en Canadá como EE. UU., tal es el caso de la empresa Aurora Cannabis [20] o Canopy Growth [21] ambas líderes en el mercado del Cannabis tanto medicinal como recreativo.

3.1.2.3. Cultivo Mixto

El cultivo mixto en invernaderos es la práctica más difundida en escala industrial en grandes empresas dedicadas a la producción de Cannabis. Este método reúne lo mejor de cada mundo, por un lado, se reducen drásticamente los costos asociados al cultivo, pero también se crea un ambiente controlado para las plantas. La técnica es sencilla, se utiliza un invernadero industrial para aprovechar la radiación solar y resguardar a las plantas de las condiciones climáticas. Las instalaciones al igual que en interior son complejas ya que necesita el mismo equipamiento. En este caso también se requiere iluminación para complementar las horas de luz necesarias para el óptimo crecimiento de las plantas, lo que permite el cultivo en cualquier época del año.

A3.2 – El Sustrato

El primer parámetro que se debe establecer es en que medio se va a cultivar el Cannabis.

Existen básicamente 2 alternativas que son por medio de tierra e hidropónico. Las principales características de cada uno de los medios son las siguientes:

a) Cultivo en tierra

La tierra es el principal tipo de sustrato para cualquier tipo de cultivo vegetal y es ampliamente el más utilizado está compuesta por distinto tipo de compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. La composición de esta variara según el

tipo de suelo y su localización, así como debido a las condiciones ambientales. Cabe destacar que para cada cultivo existe una composición óptima para el desarrollo de cada planta, también la hay para el Cannabis.

Algunos de los ingredientes comunes utilizados son la turba, el compost, arena, vermiculita y perlita. Las principales características que debe reunir el suelo en el que se vaya a plantar son las siguientes:

- **Textura**

No deben emplearse texturas compactas que dificulten la expansión radicular. Si bien el Cannabis se puede adaptar a distintos tipos de suelo serán preferibles los que sean ligeros lo que promueve el desarrollo del sistema radicular y garantiza que llegue más oxígeno a las raíces, contribuyendo a la salud y el buen desarrollo de las plantas.

- **Drenaje**

El drenaje se define como la rapidez o la facilidad de evacuar el agua por el escurrimiento superficial y en este caso en particular por la infiltración hacia capas profundas de la tierra. Para el caso del Cannabis es necesario que haya un correcto drenaje ya que de haber un estancamiento de agua produciría enfermedad en las raíces que podrían derivar en su muerte.

Es importante tener en cuenta la oxigenación de las raíces pues cuanto mayor esponjosidad tenga el sustrato más facilidad tiene la planta para poder desarrollarse y expandir su sistema radicular sin problemas.

- **PH**

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad en los suelos, El pH del suelo es considerado como una de las principales variables en los suelos, ya que controla muchos procesos químicos que en este tienen lugar. Afecta específicamente la disponibilidad de los nutrientes de las plantas, mediante el control de las formas químicas de los nutrientes [23]. Si bien las plantas de Cannabis se pueden desarrollar en un rango amplio de PH, los valores óptimos para la absorción de nutrientes se encuentran entre el rango de 5,8 y 6,5.

- Nutrientes

El sustrato debe contener nutrientes que la planta utiliza para su desarrollo. Entre los principales macronutrientes se encuentran el N(Nitrógeno), P(fosforo) K(Potasio). además, las plantas tomaran otros macronutrientes secundarios y micronutrientes que intervienen en diferentes procesos. Si bien este parámetro es fundamental para el desarrollo de la planta, se puede complementar con el agregado de nutrientes por medio de fertilizantes, es por eso que no resulta critico este parámetro como si los mencionados anteriormente.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros se recomienda mezclas con una composición variable de turbas y perlita o vermiculita. El Dr. Bruce Bugbee recomienda una proporción de 50% turba y 50% vermiculita con agregado en más pequeñas proporciones (40 grs/ft³) de caliza para regular el PH. Comercialmente se venden sustratos con una composición similar.

b) Cultivo hidropónico

Un sustrato hidropónico es el que se lleva a cabo en un medio diferente a la tierra y que no contiene nutrientes. En el cultivo hidropónico el protagonista es el agua, que justamente será la que además de utilizarse para las plantas en su proceso fotosintético proveerá de los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo. Los cultivos hidropónicos para el Cannabis optimizan todas las características deseadas, descritas anteriormente siendo los más comunes los siguientes:

- Fibra de Coco
- Arcilla
- Perlita
- Lana de Roca

Una característica común entre los diferentes sustratos hidropónicos es que todos son inertes, eso quiere decir que no contienen nutrientes que la planta pueda aprovechar. Así, éstos se tendrán que añadir en todos los riegos y en las cantidades adecuadas según la etapa de vida de la planta. También hay que destacar la importancia del pH en estos tipos de cultivo, pues será la llave de paso que hará que las raíces de la planta puedan absorber correctamente los macros y microelementos. Si el pH no está adecuado según las necesidades de la planta, por muchos

abonos que se usen estos no se aprovecharán bien y las plantas tendrán carencias y problemas durante el cultivo.

3.2.1.1. Ventajas y desventajas

Con respecto a las ventajas y desventajas de cada uno de los sustratos se destacan las siguientes:

a) Cultivo en tierra

Como primera ventaja se tiene la disponibilidad y bajo costo sumado a la estabilidad del sustrato.

b) Cultivo hidropónico

Con el cultivo hidropónico teóricamente se pueden obtener un rendimiento mayor al cultivo en tierra y los periodos de cultivo que pueden verse reducidos.

Con respecto a las desventajas principalmente se relacionan al costo de instalación y mantenimiento. Un sistema hidropónico requiere en una primera instancia contenedores específicos, sistemas de aireación del agua, sistema de distribución de agua, control de temperatura de la solución etc. Por otro lado, al haber mayor cantidad de equipamiento los costos de mantenimiento relacionados son superiores.

Finalmente, la aplicación de un sistema de hidroponía a un cultivo exterior es mucho más compleja y costosa, además de que al no haber las limitaciones de espacio y los costos relacionados a un sistema *indoor*, los rendimientos teóricos que se pueden obtener no solo no superan a los cultivos en tierra, sino que se pueden ver reducidos por la limitación de tamaño de los contenedores en donde se alojaran las plantas.

A3.3 – Obtención de las plantas

1. Reproducción sexual (producción de semillas)

Las principales ventajas de la producción de plantas por medio de semillas son:

a) Las plantas que crecen de semillas son más fuertes y sobre todo más resistentes a plagas y otros patógenos

b) La producción final será mayor ya que se desarrollará un sistema radicular obtenido de una raíz primaria que alcanza más profundidad y su expansión es más compleja y de mejor estructura del que puede desarrollar un esqueje para un tiempo determinado. Al poder esta característica la absorción de nutrientes será mejor [34].

c) Las plantas obtenidas por medio de semillas son más fuertes y resistentes a plagas, enfermedades , patógenos y hongos.

Con respecto a las desventajas se tiene :

a) Variabilidad : Por más que las semillas provengan de una misma planta se puede tener una variabilidad en las características fundamentales debido a que no poseen exactamente la misma información genética , lo que si ocurre con los esquejes.

b) Periodos de crecimiento más largos : Otra de las desventajas es que las semillas tardan hasta 7 días en desarrollar la plántula y luego le llevara varios días hasta alcanzar el tamaño y Desarrollo del que se parte con un esqueje. Es por ello que los tiempos del ciclo vegetativa son más largos

c) Mayor tasa de muerte de plantas : Si bien con el uso de semillas de calidad de bancos reconocidos la tasa de plantas que no logran desarrollar satisfactoriamente es baja , la tasa de muerte de plantas es superior a la técnica de la reproducción asexual por medio de esquejes.

Por todo lo expuesto , la producción por medio de semilla resulta más apta para el cultivo en exterior.

2. Reproducción asexual (Producción de clones)

La reproducción asexual por medio de esquejes consiste en la producción de clones de una planta a la que se denomina planta madre. Básicamente se realiza un corte de una rama , que luego de ser sumergido en un bioestimulador , empezara a desarrollar un sistema radicular , que luego de un proceso de esquejado en donde se somete a esta planta a condiciones de altas humedades relativas están aptas para ser plantadas en tierra. Las principales ventajas de la reproducción asexual son

a) Información de ADN. En el esquejado la planta que desarrolla es un clon de la planta madre por lo que tiene la misma carga genética. De esta manera se puede asegurar una homogeneidad en las características fundamentales de las flores , como el porcentaje de cannabinoides , terpenos y características físicas.

b) Tiempo de producción : Debido a que se parte de una planta ya desarrollada el tiempo del proceso vegetativo es inferior , por lo que el tiempo total de producción se ve favorecido.

En cuanto a las principales desventajas se tiene :

- a) Desarrollo radicular y producción : Como se explicó anteriormente el desarrollo radicular no es tan profundo y ni se extiende de la manera que lo hace una semilla ya que las raíces serán raíces secundarias. Es debido a esto que la producción final será menor
- b) Vulnerabilidad a enfermedades y plagas : Al provenir de una planta madre , los esquejes son más susceptibles a plagas, enfermedades y hongos. Se deberá tener un extremo cuidado en el salón de plantas madre ya que en el caso de que una de estas tenga algún problema lo podrá transmitir a todos sus clones y eventualmente a toda la cosecha.

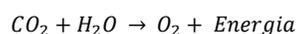
Dentro de la industria es ampliamente utilizado el segundo método por dos razones fundamentales.

La primera es el tiempo de crecimiento y vegetación. El esqueje demora menos en su desarrollo en la fase vegetativa por lo que se puede mandar a floración con mayor velocidad y de esta manera ganar valioso tiempo.

La segunda razón es que los esquejes son clones de las plantas madre, de esta manera se puede estandarizar un producto y tener menos variaciones entre planta y planta. De esta manera se seleccionan los mejores ejemplares de cada cepa para la producción de esquejes con las características deseadas.

A3.4 – Sistema de iluminación

Las plantas utilizan la luz para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis que es la transformación de materia inorgánica a materia orgánica. En este proceso la energía lumínica se convierte en energía química. Dicho proceso se puede representar en una ecuación de muy sencilla interpretación



Las plantas de esta manera convierten el agua y el Dióxido de carbono atmosférico en oxígeno y Energía que utilizan para sus procesos de crecimiento, respiración, reproducción etc.

La luz está formada por partículas desprovista de masas denominadas fotos que a su vez se comportan como una onda electromagnética fenómeno cuántico denominado dualidad onda-partícula. Desde un punto de vista práctico podemos ver a la luz como la radiación electromagnética, que en nuestro caso percibe el ojo humano. La principal fuente de esta radiación proviene del sol, el cual emite en un amplio espectro. El ojo humano solamente puede percibir un rango limitado de dicho espectro fotométrico y es lo que justamente se percibe en la

iluminación artificial. Con el paso del tiempo y el desarrollo tecnológico se intenta recrear un espectro que optimice la visión humana.

En lo que respecta a las plantas dicho espectro difiere, para ello se denominó el espectro PAR (Photosynthetically active radiation) que es el espectro comprendido entre los 400 y 700 nm que utilizan las plantas para los procesos de fotosíntesis. Posteriores estudios determinaron que no es la energía de radiación comprendido en ese espectro sino la cantidad de fotones o flujo de fotones en dicho espectro lo que interesa a la hora de calcular el comportamiento de las plantas.

El valor de dicho parámetro (PPF "photosynthetic photon flux") o PPFD (photosynthetic photon flux density) que es la densidad de fotones en determinada área es lo que nos interesara controlar para un desarrollo óptimo de las plantas.

Básicamente los requerimientos de iluminación serán específicos de acuerdo con el estadio en que se encuentre la planta. Tanto la cantidad de horas como el espectro fotométrico serán cruciales para maximizar el desarrollo de la planta. Los ciclos son los siguientes:

Germinación: Etapa en la que la semilla de Marihuana saca la raíz (raíz), inicio de la vida de la planta

Periodo Vegetativo: Es la etapa en donde la planta crece y desarrollo. Se caracteriza por crecimiento y desarrollo radicular, crecimiento en tamaño y follaje.

El ciclo vegetativo partiendo de semilla, suele durar entre cuatro y seis semanas, antes de pasar a floración. De esta forma la planta adquiere un tamaño adecuado y un desarrollo sexual apto para pasar a floración. Alternativamente se puede extender el periodo de vegetación para asegurar un mayor desarrollo y tamaño final de las plantas para obtener los rendimientos deseados

Periodo de Floración: Etapa en la que la planta florece.

Durante la fase de floración las plantas siguen creciendo en altura y tamaño durante las primeras semanas. De forma que las plantas índicas suelen doblar su tamaño actual y las plantas sativas incluso triplican su tamaño. El periodo de floración dependerá fuertemente de la genética de la planta, pero puede durar entre 8 a 10 semanas.

Los parámetros óptimos para cada etapa son los siguientes:

Tabla A3.4 – Niveles de densidad de flujo de fotones fotosintéticos según etapa

PPFD [$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$]	
Semillas germinando y plántulas	200 a 400 PPFD
Cannabis en vegetación	400 a 600 PPFD
Cannabis en floración	600 a 1000 PPFD

En un cultivo exterior la densidad de flujo que reciben las plantas dependerá de la radiación solar que a su vez depende de muchos parámetros como la localización del cultivo, niveles de insolación, altura, características de la atmosfera etc. En cambio, en interior ajustaremos estos valores haciendo variar la intensidad de la iluminación para las horas en donde no haya insolación.

En cuanto a los tiempos como se comentó anteriormente se trabajará con una genética fotoperiódica, que en este caso depende de los ciclos de luz/oscuridad para determinar los precios vegetativos/floración.

Para el ciclo vegetativo exterior, dependerá exclusivamente de la duración de los días. En este caso el proyecto contemplara el crecimiento vegetativo en interior durante el mes de septiembre y el desarrollo exterior durante los meses de octubre, noviembre y diciembre con periodos de floración que se extenderán hasta abril.

Para el caso del cultivo en invernadero el ciclo de luz será de 18 horas por 6 de oscuridad. Otras alternativas utilizadas para los procesos vegetativos en genéticas fotoperiódicas son de 20/4 o inclusive 24/0. No se tomará en cuenta ninguna de estas alternativas ya que se aumentan considerablemente los costos de energía, pero no hay evidencia empírica que aumente significativamente la producción.

En cuanto al tipo de luz el que mejor resultados traerá será naturalmente la luz solar. Tanto en el cultivo exterior como en un invernadero se aprovechará la luz del sol para el desarrollo de las plantas.

En cuanto a la iluminación artificial se ha demostrado que los sistemas LEDs son los que consiguen mejor rendimiento por Watt utilizado resultando en un ahorro considerable de energía para la misma producción final. En algunos casos se llega a impresionantes rendimientos de 3,2 umol/J lo que resulta en más de 3 veces el rendimiento de un sodio de alta presión con balasto magnético (uno de los primeros sistemas para el cultivo de indoor) que en algunos casos se sigue utilizando en la actualidad

Dentro de la gran cantidad de LED disponibles en el mercado, sin extendernos demasiado en aspectos teóricos, se demuestra que los que mejor resultados traen son los del tipo full spectrum +UV+ far red.

Este tipo de Artefactos trae LED que emiten en distinta longitud de onda, incluyendo blancos en 3000/5000k, infrarrojos, ultravioletas y los denominados "Far red". Muy recientemente se ampliaron los estudios que indican procesos secundarios de fotosíntesis para longitudes de onda más allá del espectro PAR. Este tipo de efecto potencia la fotosíntesis generando rendimientos de hasta un 35% superior para una misma densidad de flujo sin incluir FR [28].

Dentro del mercado, existen numerosas marcas que comercializan este tipo de artefactos destacándose las marcas Quantum-Farmer, Viparspectra y BioH. Se tomarán como referencia para el cálculo del costo en sistemas de iluminación.

A3.5 – Sistema de climatización

En el caso de las cosechas en exterior se deberá prever las condiciones geográficas para garantizar que los parámetros de temperatura no excedan los rangos óptimos de cultivo. La temperatura optima se encuentra al alrededor de los 24 a 26 grados de máxima y 20 a 22 grados de mínima por la noche, con temperaturas extremas que no podrán superar los 32C de manera prolongada ni tampoco descender las temperaturas por debajo de los 15C lo que podría ocasionar la muerte de estas.

En el caso del cultivo en invernadero tanto las bajas como altas temperaturas son controlables por medio de sistemas de climatización. En principio inclusive con las temperaturas invernales en Argentina no presenta un mayor desafío el sistema de climatización debido a las fuentes de generación internas del indoor. Desde los sistemas de iluminación, bombeo, ventilación etc. son fuentes de calor que favorecen al aumento de temperatura en los cultivos interiores. Se debe recordar que la densidad de energía utilizada en un invernadero es alta, incluso comparable con industrias pesadas.

Es por esto por lo que será de vital importancia climatizar el área para mantenerla en el rango óptimo de temperatura. Se toma como criterio de proyecto la utilización de chillers centrífugos que son una de las tecnologías de mayor rendimiento para las potencias equiparables con la del presente proyecto.

Las enfriadoras, o *chillers* como también se les conoce, son sistemas de climatización que usan el agua como fluido de transferencia térmica

Se distinguen dos tipos de *chiller*: aire-agua y agua-agua. El primer término indica la fuente que se usa para el intercambio de calor y el segundo término señala la fuente que se usa para la transferencia de calor con el interior.

Los *chillers* condensados por aire son unidades que usan este elemento para intercambiar el calor con el exterior y el agua es el medio con el que transportan a las unidades terminales el calor. Las enfriadoras por agua usan para intercambiar el calor con el exterior el agua.

A3.6 – Sistema de humidificación

Para el cultivo en interior, durante los periodos vegetativos es importante mantener la humedad relativa en valores de entre 70 y 80% es por eso por lo que será necesario la incorporación de humidificadores. Para ello la humidificación será adiabática y enfriamiento a una unidad de tratamiento del aire (AHU) o conducto. Una serie de boquillas montadas a través de la corriente de aire atomizan agua bajo alta presión, creando una fina neblina que se absorbe rápidamente. Un separador de gotas corriente abajo remueve toda la humedad no evaporada del aire, asegurando una humidificación libre de goteo.

Las líneas de boquillas se conectan a una estación de bombeo de alta presión y un sistema de tratamiento del agua. Una única estación de bombeo puede proveer a las líneas de boquillas en múltiples AHU. El sistema tiene una alta capacidad de humidificación con un consumo bajo de potencia.

A3.7 – Procesos de extracción de aceites

3.2.1 Extracción con dióxido de carbono (CO2)

La extracción con CO2 utiliza dióxido de carbono supercrítico para separar el CBD del material vegetal. "Supercrítico" se refiere a las propiedades que permiten al CO2 transitar entre un estado líquido y gaseoso, por lo que a veces se denomina Extracción de Fluido Supercrítico (SFE por sus siglas en inglés).

Durante la extracción con CO2, se utilizan una serie de depósitos, cámaras y bombas presurizadas para someter al CO2 a alta presión y temperaturas muy bajas.

- Al comienzo de la extracción, una de las cámaras contiene CO2 presurizado, mientras que una segunda cámara de presión contiene la planta de cannabis.

- El CO2 se bombea a continuación de la primera cámara a la segunda. La presencia de CO2 supercrítico descompone el cannabis, haciendo que el aceite se separe del material vegetal.

- Finalmente, el CO2 y el aceite se bombean juntos en una tercera cámara. El gas se evapora, dejando un extracto de aceite de CBD.

Si bien esta técnica requiere de maquinaria especializada (y normalmente muy cara), es extremadamente seguro y eficiente en la producción de altas concentraciones de CBD en el aceite resultante, hasta un 92% según los análisis.

La precisión de la extracción por CO2 también lo hace muy adecuado para producir concentraciones específicas de aceite de CBD. Los fabricantes simplemente pueden ajustar la relación de CO2 y presión para lograr la concentración deseada de CBD.

Como desventaja el CO2 no es el mejor solvente para destilar específicamente algunos Cannabinoides. Así, tanto los tiempos de procesamiento como los costos de producción son elevados.

3.2.1. Destilación al vapor

Con esta técnica, el vapor es el que provoca que el aceite de CBD se separe de la planta de cannabis, que se encuentra en un matraz de vidrio, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, con una entrada y una salida. La entrada se conecta a otro recipiente de vidrio, debajo del matraz de la materia vegetal, que contiene agua hirviendo. La salida se conecta a un tubo condensador.

A medida que el agua se calienta, el vapor sube hacia el matraz de la planta, separando los aceites que contienen CBD. Estos vapores se capturan en un tubo que los condensa en aceite y agua. Una vez recogida, la mezcla se destila para separar el aceite de CBD del agua.

La técnica de destilación al vapor se ha utilizado durante siglos para extraer los aceites esenciales utilizados en perfumería, pero en el sector del cannabis se utiliza menos debido a su ineficiencia. La destilación al vapor requiere cantidades significativamente mayores de material vegetal, y es más difícil extraer cantidades exactas de concentración de CBD. También existe un elemento de riesgo fundamental: si el vapor se calienta demasiado, puede dañar el extracto y alterar las propiedades químicas de los cannabinoides que contiene.

3.2.2. Extracción con disolventes (hidrocarburos y solventes naturales)

Este método sigue un proceso similar al de la destilación al vapor, excepto que utiliza un disolvente en con el disolvente, que luego se evapora, quedando el aceite de CBD.

La extracción con disolventes es más eficiente que la destilación al vapor y también es menos costosa. Sin embargo, existe preocupación por las sustancias utilizadas en la extracción con hidrocarburos (incluyendo petróleo, butano o propano). El residuo que dejan puede ser tóxico y aumentar el riesgo de cáncer si no se elimina por completo durante la fase de evaporación, lo cual no siempre ocurre. Algunos estudios han encontrado rastros de residuos de hidrocarburos en productos de CBD que utilizan este tipo de extracción.

Para evitar estos riesgos, se pueden utilizar disolventes naturales, como el aceite de oliva o el etanol, que son igual de efectivos, pero dejan menor rastro de residuos tóxicos. Sin embargo, esta variante tampoco está exenta de inconvenientes. Por ejemplo, cuando se usa el etanol, también se puede extraer la clorofila. Esto le da al aceite un sabor desagradable. Si el CBD se usa en cápsulas o

tópicos, no pasa nada, pero muchos productos de CBD se comen o inhalan (como gominolas, tinturas, aceites...), por lo que esto puede dificultar su venta.

Sin embargo, el problema más grande con los disolventes naturales es que no se evaporan muy bien. Como resultado, el extracto de CBD contiene una concentración más baja de CBD que con otros métodos.

A4.1.2 Precios promedios del Cannabis en el mundo

Tabla 4.1.2 – Relevamiento de mercado, precio promedio de especialidades a base de Cannabis
(Elaboración propia)

Producto	Marca	Empresa	categoría	Vol [ml]	CBD [mg/ml]	Peso [mg]	Precio [CAD]	Precio por mg CBD [CAD]	Precio por mg CBD [USD]	Precio por Gr [USD]	CBD [%]	THC [%]
Trutiva	Med Releaf	Aurora Cannabis	Cogollos							7,0	14,0	0,5
Orellium	Med Releaf	Aurora Cannabis	Cogollos							7,2	12,0	6,5
CanniMed 1:13	CanniMed	Aurora Cannabis	Cogollos							5,5	13,0	1,0
Avidekel	Med Releaf	Aurora Cannabis	Cogollos							7,6	12,0	0,5
Tower	Med Releaf	Aurora Cannabis	Cogollos							6,2	11,0	0,3
CanniMed 9:9	CanniMed	Aurora Cannabis	Cogollos							5,9	9,0	9,0
Equiposa	Med Releaf	Aurora Cannabis	Cogollos							7,0	8,5	8,5
CanniMed 15:5	CanniMed	Aurora Cannabis	Cogollos							6,2	5,0	15,0
CBD Shark	WMMC	Aurora Cannabis	Cogollos							9,4	13,3	9,8
FIRST & FREE EXTRA OIL DROPS	First & Free	Canopy Growth	Aceite	30	25	0,75	39,99	0,05	0,04			
FIRST & FREE EXTRA OIL DROPS	First & Free	Canopy Growth	Aceite	30	50	1,5	64,99	0,04	0,03			

CBD Blood Orange Box OIL DROPS	Martha Stewart	Canopy Growth	Aceite	30	25	0,75	44,99	0,06	0,05			
Otto 2	WMMC	Aurora Cannabis	Aceite	30	18,22	0,54	120	0,22	0,17			
Aurora CBD Drops	Aurora+	Aurora Cannabis	Aceite	30	28,5	0,85	80,0	0,09	0,07			
Avidekel Oil	Med Releaf	Aurora Cannabis	Aceite	40	24	0,96	150,0	0,16	0,12			

A4.3.1 Estados contables

a) Cultivo interior

Proyectado							
Año	0	1	2	3	4	5	6
Balance	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Caja	0	-16	-8	0	10	21	34
Cuentas a cobrar	0	3	4	4	5	6	7
Inventarios	0	1	1	1	2	2	2
Activos fijos	8	8	8	8	8	8	9
Activos totales	8	-3	5	14	25	37	52
Cuentas a pagar	0	1	1	1	1	2	2
Pasivo total	0	1	1	1	1	2	2
Patrimonio neto	0	7	14	23	33	45	59
Pas. Total + P. Neto	0	8	15	24	34	46	61

Proyectado [en mill USD]						
	1	2	3	4	5	6
Estado económico	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	14,0	15,9	18,2	20,7	24,5	28,9
Costos producción	3,5	4,0	4,5	5,2	6,1	7,2
Ut. Bruta	10	12	14	16	18	22
Gastos administ.	1	1	1	1	1	1
Gastos comerc.	0	0	0	1	1	1
EBIT	9,6	10,9	12,5	14,2	16,8	19,8
Imp. Ganancias	2,9	3,3	3,7	4,3	5,0	5,9
Ut. Neta	6,7	7,7	8,7	10,0	11,7	13,9

B) Cultivo Exterior

Proyectado							
Año	0	1	2	3	4	5	6
Balance	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Caja	0	-16	-7	4	16	29	45
Cuentas a cobrar	0	3	4	4	5	6	7
Inventarios	0	0	1	1	1	1	1
Activos fijos	8	8	8	8	8	8	9
Activos totales	8	-4	6	17	29	44	62
Cuentas a pagar	0	0	0	1	1	1	1
Pasivo total	0	0	0	1	1	1	1
Patrimonio neto	0	8	17	28	40	54	71
Pas. Total + P. Neto	0	9	18	28	40	55	72

Proyectado [en mill USD]						
	1	2	3	4	5	6
Estado económico	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	14,0	15,9	18,2	20,7	24,5	28,9
Costos producción	1	2	2	2	3	3
Ut. Bruta	13	14	16	19	22	26
Gastos administ.	1	1	1	1	1	1
Gastos comerc.	0	0	0	1	1	1
EBIT	11,6	13,2	15,0	17,2	20,3	24,0
Imp. Ganancias	3,5	4,0	4,5	5,2	6,1	7,2
Ut. Neta	8,1	9,2	10,5	12,1	14,2	16,8

A5.1 – Obtención del beta por medio del “comparable beta approach”

Como el presente proyecto formaría parte de una empresa que en principio sería de capital cerrado y que además por no tener una serie histórica de precios es necesario hacer el cálculo del beta por medio de la técnica de beta comparable. Como el beta de la industria en alguna medida refleja el efecto de la deuda financiera lo desapalancamos utilizando la fórmula de Hamada. De acuerdo con estas consideraciones se obtiene lo siguiente:

Empresa	Beta	Debt to Equity (D/E)	Unlevered Beta
Canopy Growth	2,3	0,10	2,16
Aurora			
Cannabis	3,35	0,25	2,87
Tilray	3,2	2,77	1,11
Cronos Group	2,2	0,01	2,17
Aphria	2,66	0,23	2,31
			2,12

A6– Análisis de sensibilidad

A continuación, se calcula la variación del VAN del proyecto en función de las principales variables que intervienen en el proyecto

a) variación del precio de venta

- Para el caso de utilizar un cultivo en invernadero se tiene

Variable	Valor	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Precio	\$ 3,67	40,4	40,42	0,0%	0%
Precio	\$ 3,50	37,1	40,42	-8,1%	-5%
Precio	\$ 3,40	35,2	40,42	-13,0%	-7%
Precio	\$ 3,30	33,2	40,42	-17,9%	-10%
Precio	\$ 3,20	31,2	40,42	-22,8%	-13%
Precio	\$ 3,10	29,2	40,42	-27,7%	-15%
Precio	\$ 3,00	27,3	40,42	-32,6%	-18%
Precio	\$ 2,90	25,3	40,42	-37,4%	-21%
Precio	\$ 2,80	23,3	40,42	-42,3%	-24%
Precio	\$ 2,70	21,3	40,42	-47,2%	-26%
Precio	\$ 2,60	19,4	40,42	-52,1%	-29%
Precio	\$ 2,50	17,4	40,42	-57,0%	-32%
Precio	\$ 2,40	15,4	40,42	-61,8%	-35%
Precio	\$ 2,30	13,4	40,42	-66,7%	-37%
Precio	\$ 2,20	11,5	40,42	-71,6%	-40%
Precio	\$ 2,10	9,5	40,42	-76,5%	-43%
Precio	\$ 2,00	7,5	40,42	-81,4%	-45%
Precio	\$ 1,90	5,6	40,42	-86,3%	-48%
Precio	\$ 1,80	3,6	40,42	-91,1%	-51%
Precio	\$ 1,70	1,6	40,42	-96,0%	-54%
Precio	\$ 1,60	-0,4	40,42	-100,9%	-56%
Precio	\$ 1,50	-2,3	40,42	-105,8%	-59%
Precio	\$ 1,42	-4,0	40,42	-109,9%	-61%

- Para el caso del cultivo en exterior

Variable	Valor	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Precio	\$ 3,67	52,2	21,44	143,5%	0%
Precio	\$ 6,00	98,3	21,44	358,3%	64%
Precio	\$ 5,50	88,4	21,44	312,3%	50%
Precio	\$ 5,00	78,5	21,44	266,3%	36%
Precio	\$ 4,50	68,7	21,44	220,2%	23%
Precio	\$ 4,00	58,8	21,44	174,2%	9%
Precio	\$ 3,50	48,9	21,44	128,2%	-5%
Precio	\$ 3,40	47,0	21,44	119,0%	-7%
Precio	\$ 3,30	45,0	21,44	109,8%	-10%
Precio	\$ 3,20	43,0	21,44	100,6%	-13%
Precio	\$ 3,10	41,0	21,44	91,4%	-15%
Precio	\$ 3,00	39,1	21,44	82,2%	-18%
Precio	\$ 2,90	37,1	21,44	73,0%	-21%
Precio	\$ 2,80	35,1	21,44	63,8%	-24%
Precio	\$ 2,70	33,1	21,44	54,6%	-26%
Precio	\$ 2,60	31,2	21,44	45,4%	-29%
Precio	\$ 2,50	29,2	21,44	36,2%	-32%
Precio	\$ 2,40	27,2	21,44	27,0%	-35%
Precio	\$ 2,30	25,3	21,44	17,8%	-37%
Precio	\$ 2,20	23,3	21,44	8,6%	-40%
Precio	\$ 2,10	21,3	21,44	-0,7%	-43%
Precio	\$ 2,00	19,3	21,44	-9,9%	-45%
Precio	\$ 1,90	17,4	21,44	-19,1%	-48%
Precio	\$ 1,80	15,4	21,44	-28,3%	-51%
Precio	\$ 1,70	13,4	21,44	-37,5%	-54%
Precio	\$ 1,60	11,4	21,44	-46,7%	-56%
Precio	\$ 1,50	9,5	21,44	-55,9%	-59%
Precio	\$ 1,40	7,5	21,44	-65,1%	-62%

b) variación del VAN en función a los volúmenes de venta.

- Para el caso de la plantación en invernadero se tiene

Variable	Valor	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Tamaño de mercado [kg]	15247	40,4	40,42		
Tamaño de mercado [kg]	21781	71,4	40,42	76,7%	43%
Tamaño de mercado [kg]	20692	66,3	40,42	63,9%	36%
Tamaño de mercado [kg]	19603	61,1	40,42	51,2%	29%
Tamaño de mercado [kg]	18514	55,9	40,42	38,4%	21%
Tamaño de mercado [kg]	17425	50,8	40,42	25,6%	14%
Tamaño de mercado [kg]	16336	45,6	40,42	12,8%	7%
Tamaño de mercado [kg]	14158	35,3	40,42	-12,8%	-7%
Tamaño de mercado [kg]	13069	30,1	40,42	-25,6%	-14%
Tamaño de mercado [kg]	11979	24,9	40,42	-38,4%	-21%
Tamaño de mercado [kg]	10890	19,7	40,42	-51,2%	-29%
Tamaño de mercado [kg]	9801,4	14,6	40,42	-63,9%	-36%
Tamaño de mercado [kg]	8494,5	8,4	40,42	-79,3%	-44%
Tamaño de mercado [kg]	7623,3	4,2	40,42	-89,5%	-50%
Tamaño de mercado [kg]	6534,3	-0,9	40,42	-102,3%	-57%

- Para el caso de la plantación en exterior se tiene:

Variable	Valor	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Tamaño de mercado Lab [Kg]	15246,59237	52,23	21,44	143,5%	0%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	21780,84624	83,2	21,44	288,2%	43%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	20691,80393	78,1	21,44	264,1%	36%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	19602,76162	72,9	21,44	240,0%	29%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	18513,7193	67,7	21,44	215,9%	21%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	17424,67699	62,6	21,44	191,7%	14%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	16335,63468	57,4	21,44	167,6%	7%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	15246,59237	52,2	21,44	143,5%	0%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	14157,55006	47,1	21,44	119,4%	-7%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	13068,50774	41,9	21,44	95,3%	-14%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	11979,46543	36,7	21,44	71,2%	-21%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	10890,42312	31,5	21,44	47,1%	-29%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	9801,380808	26,4	21,44	23,0%	-36%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	8494,530034	20,2	21,44	-5,9%	-44%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	7623,296184	16,0	21,44	-25,2%	-50%
Tamaño de mercado Lab [Kg]	6534,253872	10,9	21,44	-49,3%	-57%

c) variación del van en función a los costos totales

- Para el caso del cultivo exterior se tiene:

Variable	Valor	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Costos totales [\$]	\$ 3.493.327,52	52,23	52,23	0,0%	0%
Costos totales [\$]	\$ 3.667.993,89	51,55	52,23	-1,3%	5%
Costos totales [\$]	\$ 3.842.660,27	50,87	52,23	-2,6%	10%
Costos totales [\$]	\$ 4.017.326,65	50,19	52,23	-3,9%	15%
Costos totales [\$]	\$ 4.191.993,02	49,52	52,23	-5,2%	20%
Costos totales [\$]	\$ 4.366.659,40	48,84	52,23	-6,5%	25%
Costos totales [\$]	\$ 4.541.325,77	48,16	52,23	-7,8%	30%
Costos totales [\$]	\$ 4.715.992,15	47,48	52,23	-9,1%	35%
Costos totales [\$]	\$ 4.890.658,53	46,81	52,23	-10,4%	40%
Costos totales [\$]	\$ 3.318.661,14	52,90	52,23	1,3%	-5%
Costos totales [\$]	\$ 3.143.994,77	53,58	52,23	2,6%	-10%
Costos totales [\$]	\$ 2.969.328,39	54,26	52,23	3,9%	-15%
Costos totales [\$]	\$ 2.794.662,01	54,94	52,23	5,2%	-20%
Costos totales [\$]	\$ 2.619.995,64	55,61	52,23	6,5%	-25%
Costos totales [\$]	\$ 2.445.329,26	56,29	52,23	7,8%	-30%
Costos totales [\$]	\$ 2.270.662,89	56,97	52,23	9,1%	-35%
Costos totales [\$]	\$ 2.095.996,51	57,65	52,23	10,4%	-40%

c) variación del VAN en función a los montos de inversión

Variable	Valor [M USD]	Van Modificado	VAN Base	variación VAN	variación Variable
Inversión	-7,6	52,2	52,23	0,0%	0%
Inversión	-7,5	52,35916204	52,23	0,3%	-1%
Inversión	-7,0	52,85916204	52,23	1,2%	-8%
Inversión	-6,5	53,35916204	52,23	2,2%	-14%
Inversión	-6,0	53,85916204	52,23	3,1%	-21%
Inversión	-5,5	54,35916204	52,23	4,1%	-28%
Inversión	-5,0	54,85916204	52,23	5,0%	-34%
Inversión	-4,5	55,35916204	52,23	6,0%	-41%
Inversión	-4,0	55,85916204	52,23	7,0%	-47%
Inversión	-8	51,85916204	52,23	-0,7%	5%
Inversión	-8,5	51,35916204	52,23	-1,7%	12%
Inversión	-9	50,85916204	52,23	-2,6%	18%
Inversión	-9,5	50,35916204	52,23	-3,6%	25%
Inversión	-10	49,85916204	52,23	-4,5%	32%
Inversión	-10,5	49,35916204	52,23	-5,5%	38%
Inversión	-11	48,85916204	52,23	-6,4%	45%
Inversión	-11,5	48,35916204	52,23	-7,4%	51%

- **Repositorio Institucional:**

 SI autorizo a la Universidad del CEMA a publicar y difundir en el **Repositorio Institucional** de la Universidad de la Biblioteca con fines exclusivamente académicos y didácticos el Trabajo Final de mi autoría.

- **Catálogo en línea :**

 SI autorizo a la Universidad del CEMA a publicar y difundir en el **Catálogo en línea** (acceso con usuario y contraseña) de la Biblioteca con fines exclusivamente académicos y didácticos el Trabajo Final de mi autoría.

- **Página web UCEMA :**

 SI autorizo a la Universidad del CEMA a publicar y difundir en la **página web de la Universidad** como Trabajo destacado, si el mismo obtuviese la distinción correspondiente, con fines exclusivamente académicos y didácticos el Trabajo Final de mi autoría.