

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL TIERRA DEL FUEGO



PROYECTO FINAL

Producción de cannabis medicinal

Autores:

- ESTEVECORENA, Damián
- CHACÓN, Franco
- ANGULO ARGIRO, Joel

Docente:

- ING. BONIFACINI, Hugo Guillermo

Año: 2022

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. OBJETIVO GENERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. MARCO TEÓRICO	9
3.1. PLANTA DE CANNABIS.....	9
3.2. HISTORIA DEL CANNABIS.....	10
4. ESTUDIO DE MERCADO	15
4.1 PANORAMA MUNDIAL	15
4.1.1 Empresas en el ámbito internacional	17
4.2. PROYECTOS PRODUCTIVOS Y DE INVESTIGACIÓN EN ARGENTINA	20
4.3. PRODUCTOS APROBADOS EN ARGENTINA	27
4.4. ESTIMACIÓN AL POTENCIAL DEL MERCADO DE CANNABIS EN ARGENTINA.....	28
4.4.1. Estadísticas	29
4.4.2. Cálculos de demanda interna y exportaciones	31
5. ESTUDIO LEGAL	40
5.1. LEY 27.350.....	40
5.2. LEY 27.669.....	41
5.3. CIRCUITO REGULATORIO DEL CANNABIS	42
5.4. REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD.....	43
6. ESTUDIO TÉCNICO	44
6.1. DIAGRAMA DE PROCESOS	44
6.2. SEMILLAS	45

6.2.1. Germinación	45
6.2.3 Selección de semilla.....	46
6.3. MEDIO DE CULTIVO	48
6.3.1. Tipos de sistemas hidropónicos.....	48
6.3.2. Sistema NFT.....	50
6.3.3. Solución nutritiva	53
6.4. DESARROLLO DE LA PLÁNTULA.....	54
6.5. CRECIMIENTO VEGETATIVO.....	54
6.5.1. Selección de plantas madre	55
6.5.2. Esquejes y clonación.....	56
6.6. FASE DE FLORACIÓN	56
6.7. COSECHA.....	57
6.8. SECADO	57
6.9. CURADO Y ENVASADO.....	57
6.10. MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS	58
6.11. REQUERIMIENTOS Y TIEMPOS DEL PROCESO	59
6.12. CONTROL DE CALIDAD	60
6.12.1. Análisis de laboratorio	61
6.12.2. Muestra	62
6.12.3. Trazabilidad.....	62
6.12.4. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).....	63
7. DISEÑO DE PLANTA.....	65
7.1. RECINTO DE CULTIVO.....	65
7.2. LAYOUT Y DIAGRAMAS DE PLANTA.....	69
7.3. CONTROL DE CLIMA	74

7.3.1. Ventilación	74
7.3.2. Iluminación.....	76
7.3.3. Balance Térmico.....	79
7.3.4. Humedad	91
7.4. AUTOMATIZACIÓN.....	91
7.4.1. Programación de la tarjeta de desarrollo Arduino	92
7.4.2. Selección de sensores y actuadores	92
7.4.3. Sala de control	95
7.5. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO.....	98
8. ESTUDIO AMBIENTAL	103
8.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	103
8.1.1. Matriz de Leopold.....	103
8.1.2. Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)	108
8.1.3. Huella de carbono.....	111
8.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SEGUIMIENTO	114
9. ESTUDIO FINANCIERO	118
9.1. CAPITAL FIJO.....	118
9.2. CAPITAL DE TRABAJO	121
9.3. FINANCIAMIENTO	126
9.4. PRODUCCIÓN.....	127
9.4.1. Precio de venta	128
9.5. FLUJO DE FONDOS.....	129
9.6. CÁLCULO DE INDICADORES	129
9.6.1. Valor Actual Neto (VAN).....	129
9.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	130

10. CONCLUSIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	133
ANEXOS	136
ANEXO I. LEY 27.350.....	136
ANEXO II. LEY 27.669	138
ANEXO III. RESOLUCIÓN 258/2018	146
ANEXO IV - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR01 - GERMINACIÓN DE SEMILLAS.....	147
ANEXO V - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR02 – PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS	152
ANEXO VI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR03 – DESARROLLO DE PLÁNTULA.....	157
ANEXO VII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR04 - CRECIMIENTO VEGETATIVO	161
ANEXO VIII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR05 – PRODUCCIÓN DE ESQUEJES	165
ANEXO IX – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR06 - FASE DE FLORACIÓN.....	170
ANEXO X – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR07 – COSECHA Y SECADO.....	174
ANEXO XI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR08 – CURADO Y ALMACENAMIENTO.....	179

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de inversión se centrará en la determinación de variables, condiciones y requerimientos necesarios para llevar a cabo una producción de cannabis con fines medicinales en la provincia de Tierra del Fuego.

Se entiende por uso medicinal del cannabis a la modalidad de utilización de la planta de cannabis o sus derivados con el objetivo de aliviar síntomas o tratar una condición médica.

En los últimos años, nuestro país ha avanzado considerablemente en materia de legislación del cannabis medicinal y el gobierno nacional se encuentra impulsando esta nueva industria a lo largo y ancho del país.

Actualmente, en Tierra del Fuego no existe ningún cultivo industrial o experimental autorizado de cannabis. Por lo tanto, el interés del proyecto nace con la idea de establecer un cultivo regulado en la provincia, buscando la oportunidad de ser pioneros en esta industria.

Lograr la producción de flor de cannabis puede solucionar problemas para una parte de la población, ya que, como se podrá observar en los índices desarrollados, una amplia variedad de personas con distintas patologías trata sus enfermedades con productos derivados del cannabis.

En los últimos años se observa una tendencia ascendente en el mercado de cannabis medicinal por el creciente número de países que habilitan su uso para el tratamiento de diversas patologías y la progresiva pérdida del estigma o prejuicio social respecto de su utilización.

Se cree que las oportunidades más inmediatas para la Argentina estarían en el área medicinal (tanto con productos bajo prescripción como eventualmente otros que puedan ser autorizados para su venta, como suplementos dietarios u otras variantes), y se concentrarían en el mercado doméstico y de países de la región. Otra vía que puede presentar una ventana de oportunidades

para el país está asociada al cáñamo –plantas de cannabis que presentan muy bajos contenidos de THC–, del cual se pueden obtener, una extensa serie de derivados.

En el siguiente trabajo se especificará todo lo necesario para llevar a cabo una producción de flor de cannabis con fines medicinales. Desde los parámetros vitales a controlar, hasta la puesta a punto de una planta de producción, con todo el equipamiento necesario para mantener en óptimas condiciones el cultivo. Obviamente, se considerarán los costos y gastos involucrados, para establecer así la inversión inicial necesaria y la rentabilidad esperada del producto realizado.

Uno de los principales objetivos del proyecto es la utilización de invernaderos modulares que puedan ser instalados en cualquier zona de la provincia de Tierra del Fuego. Por esto, se optó por el empleo de contenedores marítimos, que tienen la ventaja de poder ser trasladados con facilidad, tanto por vía marítima como terrestre, son resistentes a las condiciones climáticas adversas de la provincia, tienen un costo menor que una construcción tradicional y el uso de contenedores reciclados es favorable para el medio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo del presente proyecto consiste en evaluar la viabilidad de una planta de producción de flor de cannabis en la provincia de Tierra del Fuego.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el tamaño del mercado objetivo y la demanda potencial de cannabis para uso medicinal.
- Definir los estándares necesarios para lograr un producto de nivel farmacéutico.
- Establecer los marcos regulatorios en los que se basaría el proyecto.
- Alinearse con la provincia de Tierra del Fuego con respecto a proyectos prioritarios en materia de cannabis.
- Utilizar recintos de cultivo modulares y transportables.
- Realizar una serie de procesos tecnológicos necesarios para obtener la mayor automatización posible del invernadero o de la planta piloto.
- Elaborar un plan de operaciones para la producción de flor de cannabis.
- Determinar la capacidad operativa del invernadero utilizado.
- Determinar riesgos asociados al desarrollo y operación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. PLANTA DE CANNABIS

La planta de cannabis fue descrita por primera vez en 1753 por el botánico sueco Carolus Linnaeus. El mismo identifica y nombra a la especie *Cannabis sativa* como un cultivo, denominado de allí en más *Cannabis sativa* L., donde la letra L hace referencia al propio Linnaeus.

El género *Cannabis*, especie herbácea de la familia *Cannabaceae*, incluye tres especies o variedades de plantas: *Cannabis sativa*, *Cannabis índica* y *Cannabis ruderalis*.

Cannabis es un término que se emplea, tanto para nombrar a la propia planta *Cannabis Sativa* L. y sus variedades, como para referirse a las distintas preparaciones de las mismas.

Dentro de este amplio concepto, se utiliza el término “cannabis medicinal”, para hacer referencia al uso de la planta de cannabis, sin procesar, o de sus extractos básicos, en el tratamiento de síntomas de algunas enfermedades.

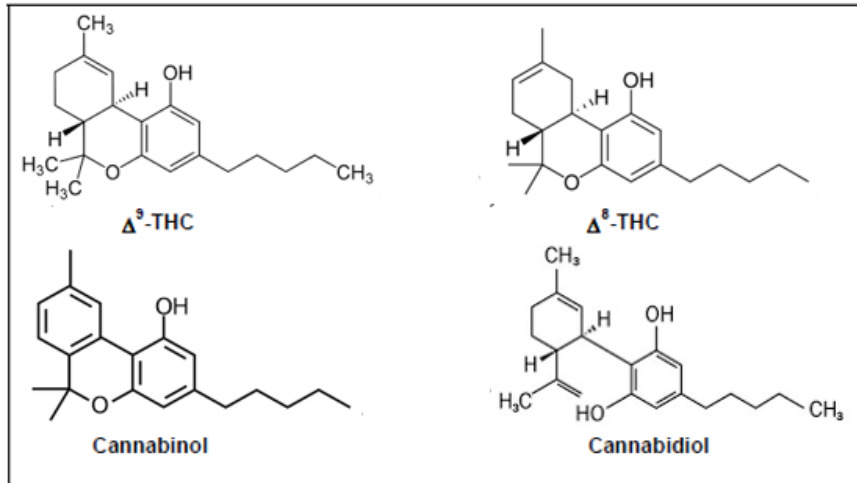
El cannabis contiene una enorme cantidad de ingredientes activos. En las más de 600 sustancias que lo componen, se encuentran: terpenos (más de 200), hidrocarburos, flavonoides, ácidos grasos, alcoholes, aldehídos y otras sustancias, además de los aproximadamente 120 cannabinoides que se han identificado hasta la fecha. Los principales cannabinoides son Δ^9 -tetrahidrocannabinol (Δ^9 -THC o THC), Δ^8 -tetrahidrocannabinol (Δ^8 -THC), cannabidiol (CBD) y cannabinol (CBN).

El Δ^9 -THC es el cannabinoide con mayor potencia psicoactiva. El Δ^8 -THC tiene efectos más débiles y solo aparece en algunas variedades de las plantas en concentraciones muy pequeñas. El cannabidiol (CBD) es un cannabinoide prácticamente desprovisto de propiedades

psicoactivas, por lo que se encuentra en el centro de diversas investigaciones científicas por sus cualidades terapéuticas.

Figura 1

Estructura química de los cannabinoides más importantes



3.2. HISTORIA DEL CANNABIS

Según los registros arqueológicos, la humanidad viene utilizando la planta de cannabis desde hace miles de años con fines alimenticios y medicinales, así como para la confección de fibras, cuerdas y tejidos, papeles y otros objetos. El descubrimiento de sus propiedades psicoactivas, también de hace miles de años según la evidencia disponible, lo llevó a ser usado asimismo en ceremonias religiosas o con los fines que usualmente hoy llamamos “recreativos”.

Se sabe que la primera evidencia hallada del uso del Cannabis fue en Asia Central. Cannabis Sativa L. fue conocida por los chinos como gran cáñamo, quienes apreciaron su fibra para fabricar hilados, sogas, papel, aceites y en calidad de alimento. Desde los primeros hallazgos arqueológicos del año 4.000 a.C. se aprecia la importancia otorgada al cultivo del cannabis, constituyendo, junto al arroz, la cebada, el mijo y la soja, uno de los “cinco grandes granos” de la agricultura china.

Los egipcios fueron posiblemente los primeros en documentar su uso. Cerca del año 3.000 a.C., escrito sobre la roca en las pirámides, se encuentran imágenes de la planta. Posteriormente, en múltiples papiros se describe ampliamente su uso por boca, vagina, recto y vía tópica en los ojos, como antiinflamatorio, antibacteriano, analgésico y psicoactivo. En china, alrededor del año 2.737 a.C., en el compendio de hierbas medicinales (ShenNung Pen tshao) se recomienda el uso de esta planta para el tratamiento del estreñimiento, gota, malaria, reumatismo y como analgésico en las intervenciones quirúrgicas.

En la India, el cannabis adquirió notoriedad como narcótico y medicina, otorgándole atributos de santidad debido a su asociación con rituales religiosos. En la medicina hindú, el Atharva Veda1 (2000-1400 a. C.) hace referencia a las propiedades medicinales de la planta para el tratamiento del dolor, cefalea, disentería, trastornos del sueño, la inflamación y las enfermedades venéreas. Los Vedas también se refieren al cannabis como fuente de felicidad, otorgador de alegría y liberador. Su uso medicinal no se diferenció del religioso, y el consumo de la marihuana en la vida secular fue fuertemente condenado por la sociedad india.

En la medicina occidental, las primeras referencias sobre el uso terapéutico de la planta datan del 1621. El Dr. Robert Burton, en su libro “The Anatomy of Melancholy”, sugiere el uso de cannabis para la depresión. En 1794, el Dr. Nicholas Culpeper resume todas las condiciones para las cuales se conocían efectos benéficos de la marihuana. En el siglo XIX, el Dr. Andrés Laguna (medico de Felipe II) describe el uso del cannabis para el dolor y la inflamación. Entre 1840 y 1900, la medicina occidental recomienda ampliamente el uso de la marihuana y dedica gran parte de su literatura a esta. El Dr. O’Shaughnessy, profesor irlandés y médico, publica en 1839 el resultado de sus estudios en el uso de cannabis en pacientes con rabia, reumatismo, epilepsia, analgesia y tétanos, e introduce la marihuana medicinal en el Reino Unido en 1841, difundiendo sus conocimientos por toda Europa y Estados Unidos. A partir de 1854, se inicia la comercialización del cannabis medicinal en USA. En 1890, el Dr.

JR Reynolds, médico de la realeza inglesa, resume su experiencia de 30 años en medicina cannábica indicándola en pacientes con insomnio senil, neuralgias, migraña, epilepsia, depresión, asma y dismenorreas. A finales de 1800, el descubrimiento de la aguja hipodérmica, el desarrollo farmacéutico de medicamentos sintéticos como los opioides, el hidrato de coral, barbitúricos y la aspirina, asociado a la variedad y poca estandarización en las preparaciones de cannabis, a lo errático e impredecible de la absorción por vía oral, junto al desconocimiento de sus componentes activos y las diferencias individuales a la respuesta farmacológica, se declinó el interés por el uso de la marihuana.

El uso de cannabis medicinal también se observa en África y América del Sur. Se ha utilizado en Sudáfrica para combatir la malaria, la fiebre de aguas negras, el envenenamiento de la sangre, el ántrax y la disentería.

En Chile, las raíces de cáñamo se aplicaban en infusiones para inducir el sueño. También se encontró que una bebida preparada con una cantidad relativamente pequeña de cannabis, se utilizaba como analgésico de uso múltiple para reducir las convulsiones, el reumatismo y tratar los problemas urinarios. El cannabis se ha utilizado en Argentina para tratar la depresión, el cólico, el dolor de estómago, la inflamación del hígado, la gonorrea, la esterilidad, la impotencia, la tuberculosis y el asma. Una comunidad ubicada en la base de las laderas occidentales de la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia, registra el uso de Cannabis empapado en "ron o aguardiente" y lo frota en la piel para aliviar dolores articulares y musculares. En el noreste de Brasil, se consume una infusión de hojas y agua para aliviar el reumatismo, los problemas femeninos, los cólicos y otras quejas comunes.

A inicios del siglo XVI, los españoles, que ya habían arribado a América del sur, cultivaban en sus colonias cáñamo, siendo su principal interés la extracción de las conocidas fibras para la elaboración de jarcias para sus navíos. Sin embargo, era la población de esclavos

los que consumían la popular planta buscando los efectos medicinales e incluso psicoactivos, trasladando las semillas cada vez que eran vendidos a plantaciones de azucareras en el norte de Brasil. A finales del siglo XVI la marihuana o cannabis era consumido como una especie de energizante o medicina por las clases más bajas, siendo vista como “el opio de los pobres”. A finales del siglo XIX, Estados Unidos requería de mano de obra por la gran demanda en plantaciones azucareras en las islas británicas, de la misma manera Cuba y en Costa Rica por sus plantaciones bananeras, donde los esclavos procedentes de África y América del sur introdujeron las semillas de esta planta, ya que las labores eran extenuantes, se dice que los propios trabajadores cultivaban Cannabis para su consumo propio. Años después fueron emigrantes mexicanos los responsables de la difusión de la marihuana al igual que la población de color, ingresando con mayor fuerza por la costa este, para ese entonces su cultivo ya tenía fines comerciales; pero al mismo tiempo, se inició con la experimentación de mezcla de semillas, dando origen a especies híbridas, muchas de ellas con características medicinales. Desde entonces, el impacto en América del norte fue mucho mayor en comparación con otros estados, siendo el Estado de Ohio sede de la primera conferencia clínica sobre el uso del Cannabis medicinal en 1860.

Fue en la década de 1950, donde la popularidad del cannabis alcanzo su punto máximo con el movimiento “hippie”, invadiendo países, donde la idea de consumir una planta con características medicinales y psicoactivas empezó a propagarse hasta la actualidad.

A principios de 1960, se inicia un movimiento mundial hacia el consumo recreativo de la marihuana y las aplicaciones médicas empezaron a ser reportadas de manera ocasional en revistas no científicas. A su vez, el aumento de efectos adversos asociados a los medicamentos sintéticos hace que los científicos vuelquen su interés en la búsqueda de fármacos naturales con efectos sedantes, analgésicos e hipnóticos.

El primer paso en el conocimiento molecular del sistema endocannabinoide y su acción en el cerebro se produjo en 1964 cuando Gaoni y Mechoulam, científicos israelitas, gracias a los avances tecnocientíficos de la época, identificaron la estructura química del Δ^9 -tetrahidrocannabinol (THC), principal responsable de las propiedades psicoactivas de los cannabinoides.

Actualmente hay un extendido interés por estudiar y conocer las propiedades y potenciales efectos de los distintos compuestos de la planta de cannabis, a fin de determinar sus posibilidades de aplicación en diversos usos (además del continuo interés por explorar los impactos del consumo de cannabis con fines “recreativos” sobre la salud física y mental de los individuos). En el campo medicinal se concentra el grueso de este interés.

El avance hacia la legalización del cannabis medicinal (habilitado con distintas modalidades y alcances en más de 40 países y en más de 30 estados en Estados Unidos) y recreacional (legal en Canadá, Uruguay y 11 estados de Estados Unidos, más Washington D.C.)³ ha generado gran interés no solo en académicos, hacedores de política y representantes de la sociedad civil, sino también en inversores y empresarios.

4. ESTUDIO DE MERCADO

El siguiente estudio de mercado consistirá en una investigación con el fin de analizar la viabilidad comercial y económica de la producción de flor de cannabis. Se buscará identificar el estado del mercado actual, determinando el potencial del mismo, las empresas involucradas tanto a nivel nacional como internacional y la demanda proyectada, para así evaluar la posibilidad de introducirse en esta nueva industria.

Por lo tanto, se comenzará analizando el mercado mundial, observando las tendencias y proyecciones estimadas, como así también las principales empresas u organizaciones, y el papel de cada una en el mercado latinoamericano. Luego, se hará una búsqueda de los principales proyectos productivos en nuestro país, mencionando las características y evolución de los mismos. Finalmente, se realizará una estimación de la demanda en Argentina y en algunos países de América del Sur, teniendo en cuenta la legislación actual y la evolución que se espera de esta.

4.1 PANORAMA MUNDIAL

Estimaciones de fuentes oficiales

De acuerdo con el último informe de la Junta Internacional de Fiscalización de Estupefacientes (JIFE), la producción legal de cannabis trepó de 1,1 toneladas en el año 1999 a casi 290 toneladas en 2018, tras un pico de 409 toneladas en 2017 (la caída es aparente ya que para 2018 no se informan datos de Canadá, donde se habían producido más de 130 toneladas en 2017).

Según la misma fuente, la producción global se vio concentrada en el Reino Unido (75%), Lesotho (10,6%), Israel (7,2%) y los Países Bajos (3,5%). El Reino Unido también fue el principal exportador de cannabis, extractos de cannabis y fármacos derivados en 2018 (77,8% de las exportaciones mundiales, con casi 20 toneladas), seguido por los Países Bajos

(11,9%) y Canadá (6,9%). A su vez, entre los mayores importadores se encuentran Estados Unidos (54,9%, con casi 16 toneladas), Alemania (26,7%), Uruguay (4,5%), Italia (3,8%) y Australia (3,4%). Estas cifras sugieren muy elevados niveles de concentración del comercio de cannabis; solo dos países representaron aproximadamente el 90% de las exportaciones (Reino Unido y los Países Bajos) y otros dos un 80% de las importaciones (Estados Unidos y Alemania).

Estimaciones de fuentes privadas

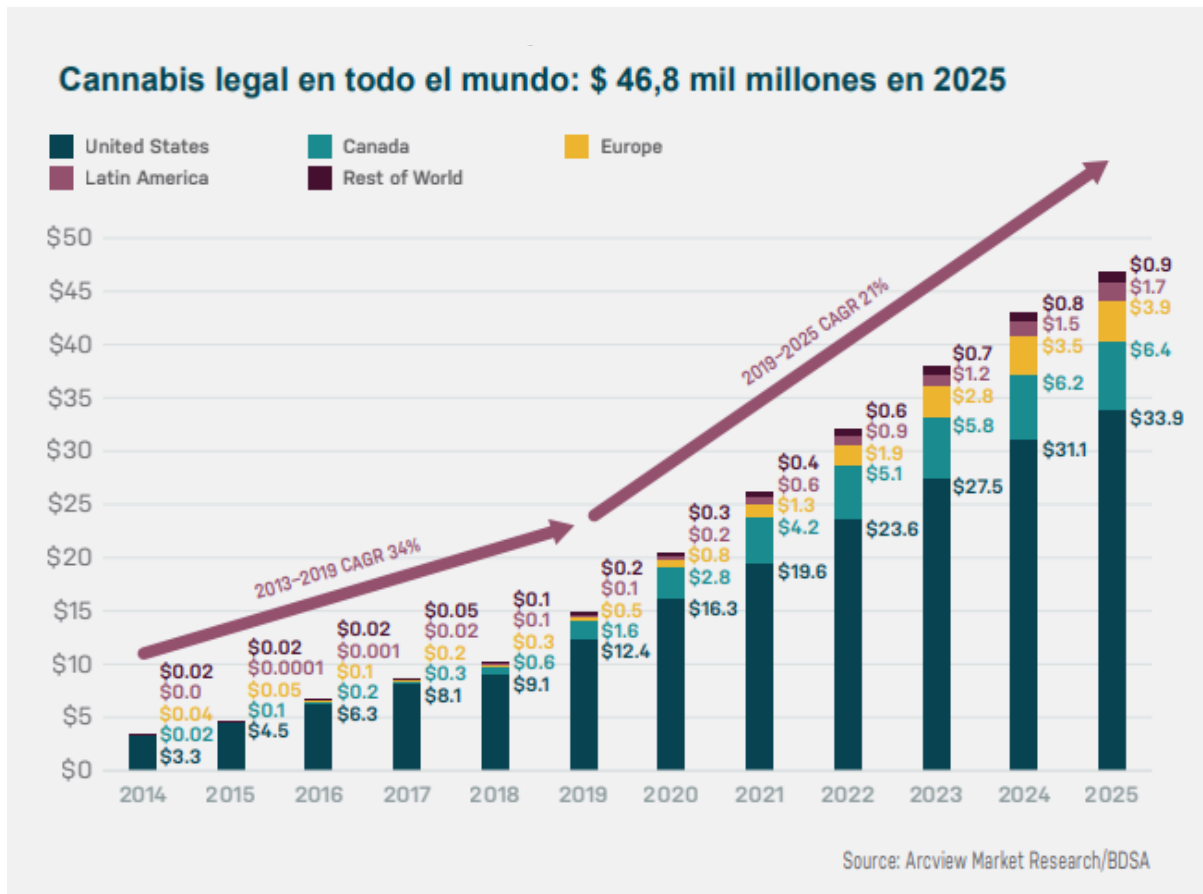
Según las fuentes más consultadas en el mercado de cannabis (Arcview Market Research y BDS Analytics), se estima que el consumo legal a nivel global en 2019 se habría ubicado en torno a los USD 14.800 millones, creciendo el triple de este valor para el año 2025, proyectándose unos USD 46.800 millones (*Figura 1*).

Se observa que las tasas de crecimiento proyectadas, aunque altas, siguen una tendencia declinante. Es decir, el mayor crecimiento se obtuvo en los años 2013-2019 con una tasa de 34%, mientras que, de 2019 a 2025 se proyectan crecimientos de 21%. De acuerdo con el mismo informe, América del Norte es por lejos la principal región consumidora, y Estados Unidos concentra casi el 84%, seguido de Canadá con un 11%, Europa con el 3%, América Latina con el 1% y el resto del mundo con el otro 1%.

Respecto del empleo, datos oficiales de StatsCan indican que la industria de cannabis canadiense habría generado alrededor de 9.200 puestos de trabajo en 2019, contra 2.600 en 2018. Estos puestos se distribuyen de la siguiente forma: 60% en cultivo, cosecha, procesamiento, fabricación y administración; 20% en empaque, mercadeo, ventas y envíos; y otro 20% en aseguramiento de la calidad, investigación y desarrollo, seguridad, ingeniería y mantenimiento general.

Figura 2

Estimación y proyección del gasto en cannabis legal a nivel mundial, 2014-2025.



Nota. Las proyecciones privadas generalmente se basan en hipótesis respecto de nuevos avances en materia de legalización en distintos países y estados, así como en las probables tendencias en materia de incremento en el número de usuarios, tasas de crecimiento de la población, precios, etc.

4.1.1 Empresas en el ámbito internacional

En los países en los cuales de forma temprana y sostenida en el tiempo se evolucionó hacia una legislación más abierta al desarrollo productivo fue donde las empresas pudieron crecer de forma más rápida. El principal ejemplo de esto es Canadá, de donde son originarias las firmas de cannabis más grandes del mundo, muchas de las cuales han adoptado una lógica de empresas multinacionales realizando inversiones productivas en diversos países del mundo, incluyendo América Latina. En el siguiente cuadro se muestran las principales empresas del rubro según su nivel de facturación en 2019.

Tabla 1

Principales empresas a nivel global en la industria del cannabis

Razón social	Ingresos en 2019 (en millones de dólares)	Capitalización bursátil a julio de 2020 (en millones de dólares)	Ubicación de la casa matriz	Año de Fundación	Presencia en AMLAT
GW Pharmaceuticals	311	48.020	Cambridge, Reino Unido	1998	
Aurora Cannabis	281	1.597	Alberta, Canadá	2013	X
Canopy Growth Corporation	253	8.390	Ontario, Canadá	2013	X
Curaleaf Holdings	251	4.707	Massachu- setts, EE. UU.	2010	
Aphria	237	1.974	Ontario, Canadá	2014	X
Green Thumb Industries	216	2.711	Illinois, EE. UU.	2002	
Trulieve Cannabis	178	2.313	Florida, EE. UU.	2016	
Tilray Inc.	167	920	British Columbia, Canadá	2013	X
Harvest Health & Recreation	117	117	Arizona, EE. UU.	2007	
Cronos Group	24	3.059	Ontario, Canadá	2012	X

Con la excepción de la británica GW Pharmaceuticals (especializada en la producción de medicamentos a base de cannabis), el resto son empresas integradas verticalmente, con operaciones en la etapa de producción primaria, procesamiento de la materia prima y elaboración de productos, ya sea para otras empresas como para consumidores finales.

Para ninguna de las empresas incluidas en la *Tabla 1* las exportaciones son su principal fuente de ingresos. Esto es lógico considerando que el comercio internacional de cannabis viene creciendo de forma lenta, en un escenario donde los avances hacia la legalización son pausados y las operaciones de exportación-importación deben atravesar exigentes controles y requisitos.

Empresas con operaciones en Latinoamérica

Una de las firmas más importantes es **Canopy Growth Corporation**. Fundada en 2013 y de origen canadiense, tiene ocho marcas comerciales distintas. Los ingresos por sus operaciones en el exterior, focalizadas en el segmento medicinal, representan solo el 4% del total.

Para la región creó la subsidiaria Canopy Latam, con presencia en Colombia, Perú y Brasil. En el caso de Colombia, en 2020 firmó un acuerdo con la empresa colombiana Clever Leaves y sugirió que por el momento no iba a producir cannabis en dicho país. Por otro lado, bajo la marca comercial Spectrum Therapeutics, Cannopy Latam opera en Perú y Brasil. En estos países no tiene instalaciones productivas, aunque ha habido anuncios de avanzar en esa dirección. En el caso de Brasil también ha importado desde Canadá cannabis para uso medicinal.

Aurora Cannabis Inc., fundada en 2006 y de origen canadiense, es otra de las empresas con una vasta presencia internacional y con inversiones en América Latina. El ingreso de esta en Latinoamérica fue a partir de la compra de la empresa uruguaya ICC Labs Inc. en 2018 por USD 290 millones, donde en ese mismo año obtuvo una licencia para producir aceite de cannabis con alto contenido de CBD. En Colombia también opera con el nombre de ICC Labs desde 2018. El laboratorio que tiene instalado en dicho país fue el primero de la región en obtener la certificación de Good Manufacturing Practices (GMP).

Tilray Inc., fundada en 2013 en Canadá, es otra de las grandes empresas cannábicas con presencia en la región. Opera en Latam a través de una filial comercial en Chile, desde donde importa cannabis para uso medicinal.

Cronos Group Inc., fundada en 2012 y de origen canadiense, opera en Colombia a través de la firma Natuera, conformada en 2018 con la empresa local Agroidea SAS.

La firma **Aphria Inc.**, fundada en 2014 en Canadá, también es otro de los grandes jugadores globales de la industria de cannabis que tiene operaciones en la región. En Latinoamérica ingresa a través de la adquisición de LATAM Holdings Inc. y tiene inversiones en Colombia, Argentina y Jamaica. **En Argentina opera a través de Droguería ABP, que recibió en el año 2019 la habilitación del Ministerio de Salud para importar cannabis medicinal.**

Por fuera de estas líderes en el mercado internacional de cannabis, tanto en Uruguay como en Colombia ingresaron empresas de origen extranjero de menor tamaño, algunas de las cuales tienen sus principales centros de operaciones en dichos países. Se trata, por lo general, de empresarios que ya tenían experiencia en la industria en sus países de origen y que llegaron a la región atraídos por el avance en la regulación.

Sintetizando lo expuesto, un primer grupo de empresas, entre las cuales se destacan Canopy Growth, Aurora Inc., Aphria y Cronos Group, arribaron a la región como parte de una estrategia más amplia de internacionalización y con el propósito de producir cannabis (principalmente con fines medicinales) para el mercado interno y para la exportación, tanto dentro como fuera de la región. Sin embargo, hasta el momento la dinámica del comercio exterior fue lenta, con pocos casos de empresas que han podido exportar, mientras que por cuestiones regulatorias principalmente tampoco ha habido un fuerte desarrollo de los mercados locales.

4.2. PROYECTOS PRODUCTIVOS Y DE INVESTIGACIÓN EN ARGENTINA

El marco regulatorio implementado en 2017 para el cannabis medicinal en Argentina fue tan restrictivo que casi no dio espacio al surgimiento de emprendimientos productivos, con la excepción de la empresa Cannava. Sin embargo, se mencionarán una serie de proyectos, con distinto grado de maduración, que podrían desarrollarse si se adoptan reformas que flexibilicen

el esquema regulatorio vigente. Asimismo, es útil nombrar algunas iniciativas en torno al cannabis medicinal que han surgido en el mundo de las instituciones de ciencia y tecnología, la universidad, el sistema de salud y la sociedad civil.

Cannava Sociedad del Estado

Esta empresa jujeña surge en 2018 a partir del Programa Provincial de Promoción del Cultivo de Cannabis con Fines, Científicos, Medicinales y Terapéuticos, adoptado en mayo de dicho año en la provincia tras la adhesión a la ley nacional 27.350. Cannava fue la primera empresa que pudo importar material genético de cannabis –en agosto de 2019 introdujo al país, desde Estados Unidos, 2.000 semillas que fueron después utilizadas en un 100% para dar inicio a la producción–.

En septiembre de 2021 el Gobierno de Jujuy presentó el aceite de cannabis medicinal de grado farmacéutico producido por Cannava, que hoy se utiliza en los tratamientos de epilepsia refractaria. En abril de 2022 se realizó la cosecha de cannabis medicinal más importante de Latinoamérica, un total de 35 hectáreas destinadas a la producción de aceite de grado farmacéutico denominado *Cannava CBD 10*. Según se indicó, fueron cerca de 80.000 plantas que permitieron alcanzar una producción de 25.000 kilogramos de flor de grado farmacéutico, que se traducirán luego en cerca de 1.000 kilogramos de ingrediente farmacéutico activo, a partir del cual se elabora el mencionado aceite. Este producto se vende en distintas farmacias de la provincia de Jujuy, y se prevé que pronto cuente con la autorización de la ANMAT para vender en el resto del país y la región.

Agrogenética Riojana SAPEM S.A.

La empresa, con participación del estado provincial de La Rioja, tiene en marcha un proyecto productivo orientado al cultivo de cannabis y a la elaboración de derivados para uso medicinal. Esta iniciativa, de la cual también forman parte el INTA Centro Regional Catamarca-La Rioja

y la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR). Según su gerente, la empresa tendría listo en 2022 su primer aceite de cannabis medicinal, el segundo en el país. Luego de obtener los permisos correspondientes, realizó siembras escalonadas entre octubre y diciembre de 2021, de entre 8.000 y 10.000 plantas. El plan provincial de La Rioja establece la modalidad de distribución, por un lado, a través de un programa del Ministerio de Salud Pública que incluirá a pacientes inscriptos en el Registro del Programa de Cannabis (REPROCANN) de nivel nacional y, por otro lado, se podrá comprar en farmacias. La empresa recibe financiamiento nacional y provincial, por medio del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación percibe un aporte no reembolsable de 14 millones de pesos, de los cuales, ya se enviaron 5 millones para su ejecución. El Gobierno riojano realizó aportes de capital por 16 millones de pesos destinados a la infraestructura de seguridad para el cultivo y 24 millones para la compra de equipamiento para la extracción y para la segunda etapa que es la producción del aceite.

Biofábrica Misiones S.A.

Es una empresa perteneciente al Estado misionero, en la cual también participa el INTA. En la actualidad dispone de tres unidades de negocios: micropropagación de cultivos, elaboración de bioinsumos y transferencia de tecnología. La Biofábrica cuenta con la infraestructura y las habilitaciones requeridas por la actual ley para el desarrollo completo de las diferentes etapas de la cadena productiva. En julio de 2022 la empresa realizó un cultivo que cuenta con 10 variedades de genéticas, con el fin de producir aceite de calidad farmacéutica. El rol de la Biofábrica Misiones dentro de este proyecto provincial que busca garantizar la provisión de los derivados de cannabis a la población, es la de cultivar las plantas, obtener las flores y deshidratarlas para entregarlas a la futura planta industrial Misio-Pharma, que es donde se van a elaborar los aceites y realizar las investigaciones. Cabe destacar que el aceite será distribuido de manera gratuita en los centros de atención primaria.

Cannabis Medicinal San Juan Sociedad del Estado (CanMe San Juan S.E.)

Su creación se aprobó en septiembre de 2019. A fines de diciembre de 2021, concretó la primera cosecha de cannabis medicinal, un total de 97 plantas autoflorescentes, con el fin de ensayar su adaptabilidad a las condiciones de cultivo en el suelo sanjuanino. Además de la investigación sobre el cultivo, la primera etapa del proyecto se enfocará en comercializar los productos destinados a personas con patologías como cáncer, Alzheimer y epilepsia.

Droguería ABP

Tal como se mencionó antes, la Droguería ABP opera como subsidiaria de Aphria Inc. En 2019 ABP recibió la habilitación del Ministerio de Salud para importar y distribuir cannabis medicinal dentro del marco de la ley 27.350.

Pampa Hemp

Pampa Hemp es una empresa argentina de biotecnología que busca desarrollar un modelo agro-tecnológico nacional de producción de cannabis de grado farmacéutico. INTA y Pampa Hemp inauguraron un acuerdo público-privado para la investigación y producción de cannabis medicinal en Argentina en la Estación Experimental de Pergamino, Provincia de Buenos Aires, siendo el primer cultivo legal de cannabis de una pyme en el país. Es también el primer emprendimiento privado de la industria local que logró la importación de semillas de los Estados Unidos. Junto a Natufarma, compañía con más de 35 años de trayectoria, desarrollarán un proyecto para la elaboración de productos fitoterapéuticos, Pampa Hemp será la responsable de abastecer la materia prima, que será utilizada para iniciar el desarrollo de distintos productos en las instalaciones de Natufarma.

Uno de los objetivos es instalar una planta de 1.000 m² de superficie, que incluirá un invernadero de alta tecnología para la producción de cannabis por métodos hidropónicos y otras

áreas de procesamiento, almacenamiento, laboratorio y servicios. El predio cumplirá con las normas locales e internacionales de Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección (GACP) necesarias para la producción exportable de cannabis de grado farmacéutico.

Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

El proyecto está liderado por las Facultades de Bioquímica, Química y Farmacia, y de Agronomía y Zootecnia. La primera sería la responsable de estudiar los procesos químicos y fenológicos del cultivo de cannabis una vez cosechado. Por su parte, la Facultad de Agronomía y Zootecnia estaría a cargo del trabajo de mejoramiento genético del cultivo, y de la investigación sobre métodos para incrementar rendimientos y calidad de la producción primaria. Según la información disponible, la UNT está en tratativas para formar una alianza con la empresa Bellavista Cultivos, que trabaja en el desarrollo de equipos especializados para cultivos indoor. En una primera etapa, Bellavista Cultivos proveería del equipamiento específico para la micropropagación de cultivos, de manera que la universidad pueda multiplicar plantas de forma rápida y en condiciones controladas. En una segunda etapa, entregaría otros equipos destinados a la fase de crecimiento del cultivo, como, por ejemplo, sistemas de iluminación.

Cluster Agroindustrial y Tecnológico de Cannabis

El proyecto consiste en crear un clúster agroindustrial y tecnológico de carácter público-privado orientado de forma integral a la cadena de cannabis, y se ubicaría en la localidad de San Pedro, provincia de Buenos Aires. Estaría conformado por un grupo de inversores privados y la Municipalidad de San Pedro. Esto podrá facilitar, por ejemplo, la recepción de inversiones a partir de la radicación de empresas, el fomento a proyectos de investigación, incubadoras de emprendimientos y la participación de universidades e instituciones de ciencia y tecnología (como INTA, INTI, INASE, CONICET, ANMAT, entre

otras), todo en un ecosistema dedicado exclusivamente al desarrollo del cannabis y su cadena de valor. Con este propósito, se espera que el cluster provea la infraestructura y articule programas que favorezcan el desarrollo de las mencionadas actividades. Al igual que en el caso de Pampa Hemp, se contempla la construcción de instalaciones que sigan los protocolos de buenas prácticas agrícolas y manufactureras –certificaciones GMP y GAP (Good Agricultural Practices)– requeridas por la industria farmacéutica, la Unión Europea y otros países para los productos derivados del cannabis.

Municipios

Como puede recogerse de información de prensa, entre otros municipios, los bonaerenses de Castelli, General La Madrid, Hurlingham y San Vicente, y el cordobés de Villa Ciudad del Parque promulgaron diversas ordenanzas orientadas a promover el desarrollo productivo de cannabis medicinal en sus respectivas localidades, sea a través de modalidades comunitarias, o creando empresas públicas o mixtas según el caso. En marzo de 2021 el municipio de General La Madrid se convirtió en el primer distrito autorizado a plantar y cultivar cannabis con fines medicinales.

Néctar

Es el nombre que recibió la primera máquina desarrollada en Argentina para producir aceite de cannabis de uso doméstico. Este equipo fue diseñado y construido por un grupo de estudiantes de diseño industrial de la UBA, basado en un sistema de extracción que busca ser seguro y barato. En la máquina se introducen las flores de cannabis, se configuran los parámetros de presión y temperatura, y se da inicio al proceso, el cual puede durar entre cinco minutos y dos horas, según la cantidad de materia prima introducida y de sus condiciones. El desarrollo por ahora está en fase de prototipo, aunque está siendo sometido a diversos tests de laboratorio con el propósito de evaluar su escalabilidad.

Tierra del Fuego

En la actualidad, la provincia de Tierra del Fuego no cuenta con ningún proyecto productivo o de investigación en materia de cannabis. De acuerdo con lo comentado por investigadores del Centro de Investigación y Transferencia (CIT), un objetivo de la provincia es desarrollar producciones locales masivas para que el cannabis medicinal (en forma de aceite) esté disponible a través de salud pública.

El Centro de Investigación y Transferencia de Tierra del Fuego es un organismo en el cual interactúan CONICET, UNTDF y el Gobierno Provincial, el cual viene realizando actividades en la provincia desde el año 2019, a través de la Secretaría de Ciencia y Tecnología perteneciente al Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, una opción viable del proyecto sería vincularse con estos organismos, junto al Gobierno Provincial, para establecer así el primer cultivo de cannabis medicinal en la provincia. Esto atraería distintos beneficios como: facilitar los requerimientos legales necesarios, conseguir la inversión inicial, y aumentar la confianza de la población.

4.3. PRODUCTOS APROBADOS EN ARGENTINA

A cinco años de la aprobación de la ley que autoriza el uso terapéutico de cannabis en la Argentina, hay dos medicamentos con cannabidiol (CBD) autorizados por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) para comercializarse en farmacias de todo el país. Son el *Convupidiol*, del laboratorio Alef y el *Kanbis*, de Elea. Ambos se fabrican en el país con el principio activo importado. Cabe destacar que están disponibles solo en algunas farmacias.

En tanto, como se mencionó anteriormente, el aceite farmacéutico *Cannava CBD 10*, que produce el laboratorio estatal jujeño con materia prima local, empezaría a comercializarse a nivel nacional a fines de 2022. Además, en septiembre de 2021, la ANMAT habilitó dos

cremas cannábicas que son consideradas “cosméticos”. Se trata del *Ratisalil CBD*, de Elea, y el *Dermabiol*, de Alef.

El valor del aceite de cannabis, al ser medicamento de venta bajo receta, puede variar según la cobertura prepaga u obra social. Pero, de referencia, el precio sugerido del Convupidiol de 100 miligramos por mililitro es de USD 451 en su versión de 35 mililitros y de USD 586 en la de 70 mililitros, informó el laboratorio Alef. En el caso de la solución oral Kanbis, que está disponible para la venta desde diciembre de 2021, el precio por 30 mililitros de USD 68 y por 100 mililitros de USD 185.

4.4. ESTIMACIÓN AL POTENCIAL DEL MERCADO DE CANNABIS EN ARGENTINA

La irrupción del cannabis en el mundo está influyendo sobre prácticamente todas las categorías del consumo, anticipando una multiplicidad de usos y problemáticas que deben ser contempladas en nuestro país. Es preciso visualizar a la industria del cannabis como un fenómeno que excede a su producción primaria o al mundo del cultivo. Existe una potente cadena de valor que rodea a esta actividad, que va desde su procesamiento, logística, distribución, y comercialización, hasta el desarrollo de tecnologías aplicadas y un sinnúmero de productos derivados.

A continuación, basado en los datos brindados por un informe de la Cámara Argentina del Cannabis (ArgenCann), se mencionarán algunos análisis de la situación del mercado local y regional del cannabis medicinal, enfocado en la cantidad potencial de pacientes o usuarios con un perfil determinado que pueden utilizar aceite de cannabis u otros derivados para el tratamiento de su afección. La proyección de potenciales usuarios no afirma que estas cantidades de personas sean efectivamente consumidores de cannabis o sus derivados, sino que cumplen con el perfil indicado para tratar su condición y que el acceso a este tipo de alternativas

se verá condicionado a otros aspectos como el conocimiento, confianza, seguridad, facilidad de acceso, información, entre muchas otras.

4.4.1. Estadísticas

La prevalencia de una enfermedad cuantifica la proporción de personas en una población que padecen de esta en un determinado momento, lo cual proporciona una estimación. Si estimamos la prevalencia promedio de cada patología en la cual se utilizan los derivados de cannabis para la mitigación de síntomas, esto podría tomarse como una estimación promedio de la cantidad de eventuales usuarios, que cuentan con un perfil que se encuadra con el uso de estos derivados.

Para los análisis, se incluyen ciertas patologías en las que el cannabis medicinal ya es utilizado y que cuentan con una variedad de estudios científicos de apoyo global. En las estimaciones se tomaron en consideración las siguientes condiciones de salud: Náuseas post quimioterapia en cáncer; espasticidad y dolor en esclerosis múltiple; epilepsia refractaria; trastorno de ansiedad (general); dolor crónico y temblor en párkinson.

En Argentina, la cantidad de potenciales usuarios son los siguientes:

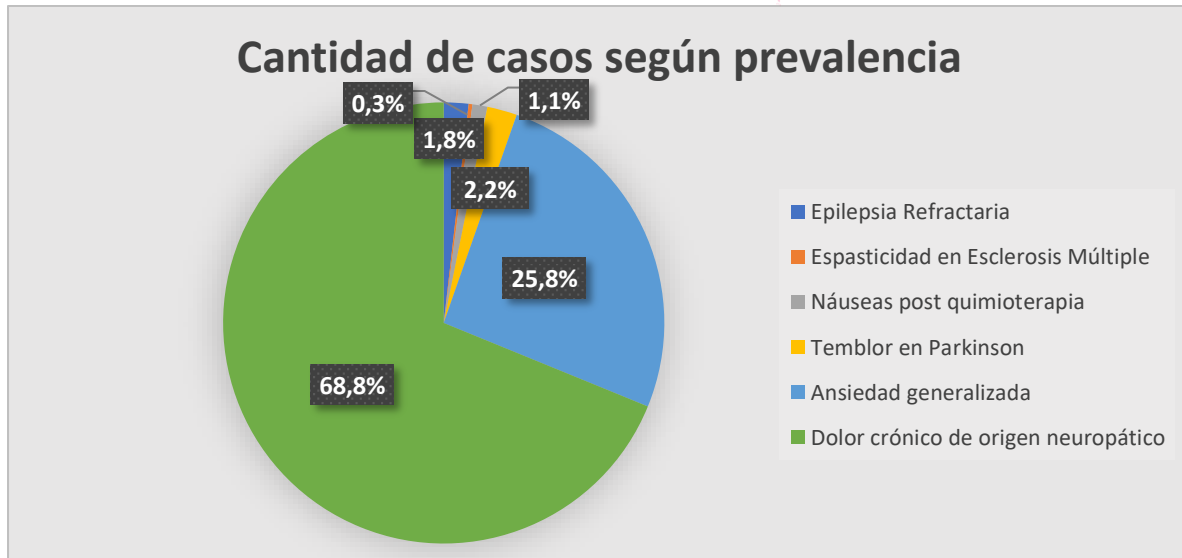
Tabla 2

Cantidad de casos tratables con cannabis medicinal en Argentina

Condición	Cantidad de casos según prevalencia
Epilepsia Refractaria	95.290
Espasticidad en Esclerosis Múltiple	14.657
Náuseas post quimioterapia	57.718
Temblor en Parkinson	115.709
Ansiedad generalizada	1.361.280
Dolor crónico de origen neuropático	3.630.000
Usuarios potenciales	5.274.654

Figura 4

Condiciones tratables con cannabis en Argentina. Porcentajes



En los países seleccionados de América Latina, la cantidad de casos se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 3

Cantidad de casos tratables con cannabis medicinal en países de Sudamérica

Casos Región	Epilepsia Refractaria	Dolor Crónico de Origen Neuropático	Ansiedad Generalizada	Espasticidad en Esclerosis Múltiple	Náuseas Post Quimioterapia	Temblor en Párkinson	Total
Argentina	95.290	3.630.000	1.361.280	14.657	57.718	115.709	5.274.654
Brasil	449.112	17.109.000	6.415.890	69.078	270.750	545.350	24.859.180
Colombia	105.460	4.017.600	1.506.600	16.221	46.253	128.061	5.820.195
Chile	39.331	1.498.300	561.875	6.049	23.711	47.760	2.177.026
Uruguay	7.337	279.500	104.820	1.128	5.136	8.909	406.830
Ecuador	35.700	1.360.000	510.000	5.491	15.963	43.350	1.970.504
Perú	68.514	2.610.000	978.780	10.538	41.304	83.196	3.792.332
Paraguay	15.230	580.200	217.580	2.342	6.810	18.494	840.656
Total	815.974	31.084.600	11.656.825	125.504	467.645	990.829	45.141.377

Como puede observarse, los posibles usuarios de cannabis medicinal en Argentina suman más de 5 millones de personas. Mientras que, a nivel de América del Sur, los potenciales demandantes ascienden a más de 45 millones de usuarios.

4.4.2. Cálculos de demanda interna y exportaciones

Con los datos presentados en la sección anterior, es posible realizar una aproximación de la demanda de flores en el mercado calculando la cantidad requerida de productos a base de cannabis por los usuarios.

Para estimar la demanda argentina con estos potenciales usuarios, primero será necesario conocer la dosis promedio de CBD. Se considerará que todos los usuarios consumirán aceite de cannabis, sabiendo que también existen otros productos como cremas, alimentos, suplementos nutricionales, etc. Luego, teniendo en cuenta la cantidad de flor de cannabis que se necesita por mililitro de aceite, se podrá hallar el valor demandado de flores por año.

La dosis diaria de CBD en aceite puede variar según factores como: la contextura física de la persona, metabolismo, beneficios que se deseen lograr, entre otros. En la siguiente tabla se muestra la cantidad requerida de CBD según el peso y la potencia que se desee.

Tabla 4

Dosis diaria de CBD según peso y potencia

Peso	Potencia baja	Potencia media	Potencia alta
50 kg	10 mg	30 mg	60 mg
60 kg	13 mg	38 mg	75 mg
70 kg	15 mg	45 mg	90 mg
80 kg	17 mg	52 mg	105 mg
90 kg	20 mg	60 mg	120 mg
100 kg	22 mg	67 mg	135 mg
110 kg	25 mg	75 mg	150 mg

Fuente: CBD salud

Debido a las razones mencionadas anteriormente y a la complejidad de cada caso, se tomará como referencia usuarios con peso promedio de 80 kg que necesiten un efecto medio de CBD. Por lo tanto, la dosis estimada de cada paciente es de 52 mg de CBD por día.

Luego, teniendo en cuenta un porcentaje estándar de CBD presente en cada gramo de planta, se puede realizar un cálculo aproximado de las cantidades demandas de flor de cannabis para el mercado argentino y para el resto de países seleccionados. La genética utilizada como referencia para el presente proyecto tiene un contenido declarado por el fabricante de 15% de CBD. Por lo tanto, por cada 1 gramo de flor seca habrá 150 mg de CBD. Este valor será el utilizado para realizar las estimaciones.

$$\text{Demanda diaria Argentina} = 5.274.654 \text{ usuarios} * \frac{52 \text{ mg CBD}}{\text{usuario} * \text{día}} * \frac{1 \text{ g flor seca}}{150 \text{ mg CBD}}$$

$$\text{Demanda diaria Argentina} \cong 1.828.547 \text{ g flor seca/día} \cong 1.829 \text{ Kg flor seca/día}$$

$$\text{Demanda mensual Argentina} \cong 54.857 \text{ Kg flor seca/mes}$$

$$\text{Demanda anual Argentina} \cong 667.420 \text{ Kg flor seca/año}$$

Si consideramos los usuarios potenciales según las patologías seleccionadas en Argentina, para abastecer el 100% de esta demanda serían necesarios casi 668.000 kilogramos de flores por año. Para los países de Sudamérica mencionados, el cálculo es el mismo y se necesitarían más de 5.700.000.000 kilos de flores por año.

Figura 5

Demanda anual de kilogramos de flor de cannabis en América del Sur



Con respecto a la venta de aceite, como se mencionó, en Argentina solo se comercializan dos productos a nivel país. Los nombrados *Convupidiol* y *Kanbis* se encuentran en concentraciones de 100 miligramos de CBD por mililitro de aceite y estos se presentan en dos volúmenes distintos.

Tabla 5

Costos de aceite de cannabis para pacientes en Argentina

Producto	Concentración [mg CBD / ml aceite]	Envase [ml]	Costo por envase [USD]	Costo por g de CBD [USD]	Costo por ml de aceite [USD]
Convupidiol	100	35	451	129	12,9
Convupidiol	100	70	586	84	8,4
Kanbis	100	30	68	23	2,3
Kanbis	100	100	185	18,5	1,85

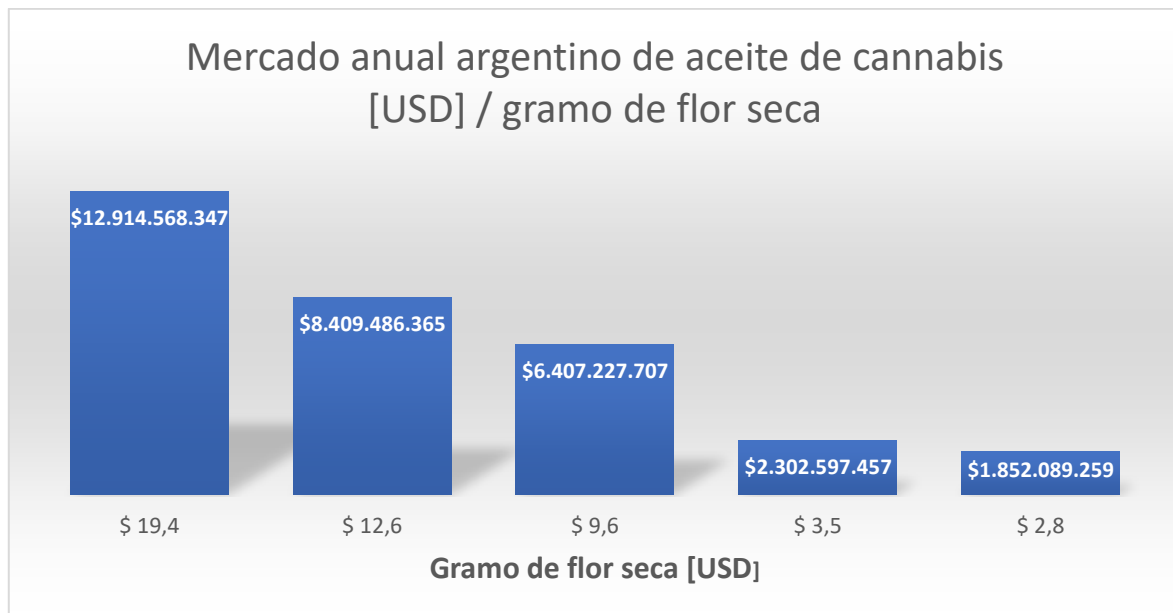
El costo promedio de 1 g de CBD en el mercado argentino es de USD 64. Por lo tanto, si la demanda diaria de cada paciente es de 52 mg de CBD, y si se considera la demanda

calculada de 5.274.654 usuarios, el valor anual del mercado argentino podría situarse en más de USD 6.400.000.000.

Considerando el porcentaje de CBD de la genética seleccionada, el costo promedio para los pacientes por gramo de flor seca sería de USD 9,6.

Figura 5

Valor anual del mercado de aceite de cannabis en Argentina según costo por gramo de flor seca



Como se mencionó con anterioridad, este cálculo es apenas una aproximación de un posible mercado argentino de aceite de cannabis, basado en algunas patologías en las que este producto puede ser beneficioso. Se decidió tomar como base el aceite de cannabis, ya que, el cannabis en forma de flor seca aún no es legal en la Argentina y por lo pronto no lo será. En países como Uruguay, que sí es posible la comercialización de la flor, los 5 gramos tienen un costo aproximado de 9 dólares en las farmacias.

Otra razón a tener en cuenta es que la dosis considerada puede tener muchas variaciones dependiendo de la complejidad del paciente, en este caso solo se optó por un valor promedio teniendo en cuenta el peso medio de las personas en nuestro país. Además, la cantidad de CBD

por gramo de flor seca puede variar en función de cada genética y no será siempre igual, la seleccionada tiene un alto contenido de CBD, con porcentajes menores de concentración la demanda sería mucho mayor.

Por otro lado, es cierto que existe una gran cantidad de pacientes medicinales con distintas patologías a las mencionadas, lo que produciría una demanda mayor. Igualmente, al existir el programa REPROCANN, muchos de los usuarios tienen su propio cultivo legal de cannabis, lo que les permite autoabastecerse y no necesitar de ningún producto presente en el mercado.

Por todas las razones mencionadas, es complicado realizar un cálculo preciso de la demanda considerando apenas seis patologías, cuando se sabe que el aceite de cannabis es efectivo para muchas otras condiciones. Otro inconveniente es la legislación actual, es decir, apenas en los últimos meses se promulgó la ley 27.669 que regulará el desarrollo industrial del cannabis, pero, es un proceso que seguramente llevará un largo tiempo teniendo en cuenta los antecedentes de la ley 27.350. El mercado en América del Sur puede ser aún más complicado de estimar, ya que las variables a considerar son mayores y el marco legal es distinto en cada uno de ellos.

El valor calculado es mucho mayor a los números estimados por otros organismos que posteriormente serán detallados. Esto se debe principalmente a que se tomaron como referencia los precios actuales de los únicos dos aceites de cannabis comercializados en Argentina, con el aumento de la oferta estos valores pueden disminuir. Igualmente, hay que tener en cuenta que según la demanda calculada más del 11% del país consumiría aceite de cannabis, lo que permite ser muy optimista con respecto a este nuevo mercado, que como se vio, la tendencia a nivel mundial es muy favorable.

Con respecto a la oferta, con la cosecha anual que se puede obtener utilizando como recinto de cultivo un contenedor marítimo, se cubre apenas un 0,003% de la demanda estimada.

OTRAS APROXIMACIONES

A continuación, se mencionarán otros cálculos y aproximaciones de producción y demanda realizados por ArgenCann y por el Ministerio de Desarrollo Productivo.

ArgenCann

A principios de 2022, ArgenCann publicó un informe denominado “*Cannabis y Argentina. Estado de Situación. Proyección de la Industria y el Comercio*”. En este, se pretendió analizar la situación del mercado local y regional del cannabis medicinal, enfocado en la cantidad potencial de usuarios que pueden utilizar aceite de cannabis u otros derivados para el tratamiento de su afección. Las patologías y estadísticas son las mismas que las desarrolladas anteriormente. Su cálculo se plantea en consideración de porcentajes de confianza, calculado con la base de potenciales usuarios por prevalencia.

Por **unidad (ud)** se entiende un producto terminado. Este puede producirse en forma de extracto, aceite, tintura, etc. (ejemplo: un gotero con 10ml, 15ml o 30ml de contenido). Los resultados que obtuvieron son:

Figura 6

Unidades mensuales por costo y valor mensual del mercado. ArgenCann

Proyección de producción de unidades mensuales por costo y valor mensual del mercado (en millones).

Unidades (uds) mensuales	Costo por unidad - Monto en Pesos Argentinos		
	\$ 3.000	\$ 5.000	\$ 10.000
1.5 mm de uds	4.500 mm de \$	7.500 mm de \$	15.000 mm de \$
3 mm de uds	9.000 mm de \$	15.000 mm de \$	30.000 mm de \$
7.5 mm de uds	22.500 mm de \$	37.500 mm de \$	75.000 mm de \$
15 mm de uds	45.000 mm de \$	75.000 mm de \$	150.000 mm de \$

Figura 7

Producción en base al porcentaje de demanda. ArgenCann

Proyección de producción con base en los porcentajes de confianza - demanda del consumo en función del total de las cifras de potenciales usuarios por condición de salud en Argentina

Millones de unidades mensuales	Porcentaje de demanda	Unidades al año
1.5 mm de unidades	10%	18 millones
3 mm de unidades	20%	36 millones
7.5 mm de unidades	50%	90 millones
15 mm de unidades	100%	180 millones

Figura 8

Mercado en función de exportaciones al año en USD. ArgenCann

Exportaciones

Proyección del mercado en función de exportaciones al año de unidades con valores estándar en dólares americanos.

Millones de unidades	Costo x Und 40\$ USD	Costo x Und 80\$ USD
1.5 mm de unidades	60 millones USD	120 millones USD
3 mm de unidades	120 millones USD	240 millones USD
7.5 mm de unidades	300 millones USD	600 millones USD
15 mm de unidades	600 millones USD	1200 millones USD

Como se observa, las cifras de producción por unidades se pueden elevar a un mercado nacional y de exportaciones bastante amplio.

Sin dar mayor detalle de la forma de realizar los cálculos, ArgenCann estimó que si el 100% de los potenciales usuarios demanda cannabis medicinal, se producirán 180 millones de unidades por año (aceite u otros derivados). Generando esto valores mensuales de mercado que van de 4.500 millones a 150.000 millones pesos argentinos (o de USD 30.000.000 a USD

1.000.000.000) dependiendo de la producción mensual y del costo por unidad. Con respecto a las exportaciones, estimaron valoraciones que van de 60 millones de USD a 1.200 millones de USD por año, dependiendo también de las unidades exportadas y del costo de cada una.

Esto no implica que el mercado interno sea el único destino posible para una industria cannábica en Argentina, aun cuando, según la muy básica estimación aquí presentada, podría tener un potencial de mediano-largo plazo nada despreciable, en torno a los USD 450 millones (Argencann). En la medida en que esta industria desarrolle derivados competitivos en los diversos segmentos (como alimentos y bebidas, papel, fibras, textiles, cosméticos, materiales de construcción, biocombustibles y bioplásticos, entre otros) también podrá aprovechar oportunidades existentes en terceros mercados, en particular, pero no únicamente, en los países vecinos de América Latina, como ocurre en otras áreas manufactureras. Asimismo, en el campo medicinal, las potencialidades crecen si se busca atender ciertos segmentos del mercado donde las ventajas de costo son menos cruciales y la definición del producto es mucho más estricta, así como también lo son las exigencias en materia de calidad, inocuidad y prácticas agrícolas y/o manufactureras.

Ministerio de Desarrollo Productivo – Argentina (Informe del Consejo para el cambio estructural CCE – CEP XXI)

En el proyecto realizado por miembros de esta institución, publicado bajo el título “La cadena de valor del cannabis: situación y tendencias internacionales y oportunidades para la Argentina”, se realizan las siguientes aproximaciones sobre la tendencia productiva en el país: “El cálculo del mercado potencial para el cannabis medicinal en Argentina presenta una serie de dificultades, dado que hasta el momento reviste la condición de ilegalidad salvo en los pocos casos autorizados por la Ley 27.350 y su reglamentación original, motivo por el cual no resulta posible, por ejemplo, saber con certeza el número de usuarios. Una posible aproximación,

básica pero potencialmente ilustrativa, es a partir de la comparación con otros países en los cuales la producción y consumo de cannabis medicinal es legal y, a su vez, hay estadísticas disponibles. En esta dirección, un posible benchmark es el caso de Canadá. De acuerdo con los datos de Prohibition Partners (2019a), en el año 2019 el mercado de cannabis medicinal en Canadá alcanzó los USD 876 millones. Si se ajusta en función de dos parámetros básicos (población y PBI per cápita en paridad de poder adquisitivo), se llega a que en Argentina dicho mercado podría alcanzar alrededor de USD 450 millones, asumiendo el mismo grado de penetración potencial en el mediano-largo plazo. Como se dijo anteriormente, presentamos este cálculo a fines puramente informativos, para tener un orden de magnitud del potencial mercado doméstico para este segmento..."

El Ministerio de Desarrollo Productivo ve un diamante en bruto con potencial económico suficiente para profetizar que para 2025 se generen 10.000 puestos de trabajo y más de 500 millones de dólares anuales en ventas al mercado interno e ingresos por exportaciones que superen los 50 millones de dólares.

5. ESTUDIO LEGAL

Antecedentes

En Argentina, el cannabis ha ingresado en la lista de drogas ilícitas a partir de 1968, con la sanción de la Ley 17.756 y desde entonces ha sido así. En 1989, la sanción de la Ley 23.737 pone particular énfasis en las penas para todos los delitos vinculados a las drogas. Esta ley sigue estando vigente hasta el día de hoy.

El 25 de agosto de 2009, el fallo Arriola declaró inconstitucional la norma que en su artículo 14/Ley 23.737 sanciona la tenencia para consumo personal, basándose en el conflicto establecido con el artículo 19 de la Constitución Nacional que sostiene que las acciones privadas que no ofendan el orden ni la moral pública y no perjudiquen a terceros no constituyen un delito.

5.1. LEY 27.350

Con el avance en materia de investigación y divulgación, en los últimos años se ha considerado a la planta de cannabis y la de cáñamo como un **recurso estratégico en el desarrollo económico e industrial de los países** en todo el mundo. Argentina no es la excepción. En 2017, fue aprobada la Ley 27.350 de investigación médica y científica del uso medicinal de la planta de cannabis y sus derivados. Esta ley le otorga las facultades al INTA y al CONICET para ser las instituciones encargadas de los distintos proyectos. Aunque también abre el abanico para que se puedan incorporar empresas de capitales privados.

Además, en el 2021, el gobierno argentino, a través de la **Resolución 800/2021** aprobó el Registro del Programa de Cannabis (REPROCANN), que da autorización a los y las pacientes que acceden a la planta de Cannabis y sus derivados, como tratamiento medicinal, terapéutico o paliativo del dolor.

Figura 9

Puntos clave Ley 27.350



La Ley 27.350 completa se encuentra en el ANEXO I. LEY 27.350.

5.2. LEY 27.669

Finalmente, en mayo de 2022, se promulgó la Ley 27.669, que establece el marco regulatorio de la industria del cannabis medicinal y el cáñamo industrial. Esta ley crea la **Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del cannabis medicinal (Ariccame)** que será el organismo competente para regular, controlar y emitir las autorizaciones administrativas con respecto al uso de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y sus productos derivados. La norma complementa a la Ley 27.350 (y su Decreto reglamentario N° 883/2020).

Figura 10

Puntos clave Ley 27.669



La Ley 27.669 completa se encuentra en el ANEXO II. LEY 27.669.

5.3. CIRCUITO REGULATORIO DEL CANNABIS

El Ministerio de Salud, como autoridad de aplicación, autoriza al INTA y al CONICET para investigar médica y/o científicamente el cultivo de cannabis y elaborar la sustancia para el tratamiento que suministrará el *Programa Nacional para el Estudio y la Investigación del Uso Medicinal de la Planta de Cannabis, sus derivados y tratamientos no convencionales*, que está contemplado en la Ley 27.350.

Quienes deseen realizar alguna actividad vinculada a la producción y/o importación de semillas de cannabis para los fines de la ley y no sean los actores mencionados, deberán canalizar su proyecto mediante un acuerdo con el INTA o CONICET.

Figura 11

Procedimiento general de proyectos de cannabis



5.4. REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD

Mediante la Resolución 258/2018 del Ministerio de Seguridad de la Nación, se establecen las condiciones de habilitación en materia de seguridad de predios e instalaciones de cultivos de cannabis.

Las condiciones de habilitación establecidas en la Resolución 258/2018 se encuentran en el ANEXO III. RESOLUCIÓN 258/2018.

6. ESTUDIO TÉCNICO

En el presente estudio técnico se desarrollará en detalle el proceso de la producción de cannabis, desde el tipo de semilla a utilizar, los factores para su cultivo y cosecha, hasta la obtención de la flor de cannabis con grado medicinal.

Inicialmente se realizará un diagrama del proceso, conforme a este se desarrollarán todas las etapas de la producción.

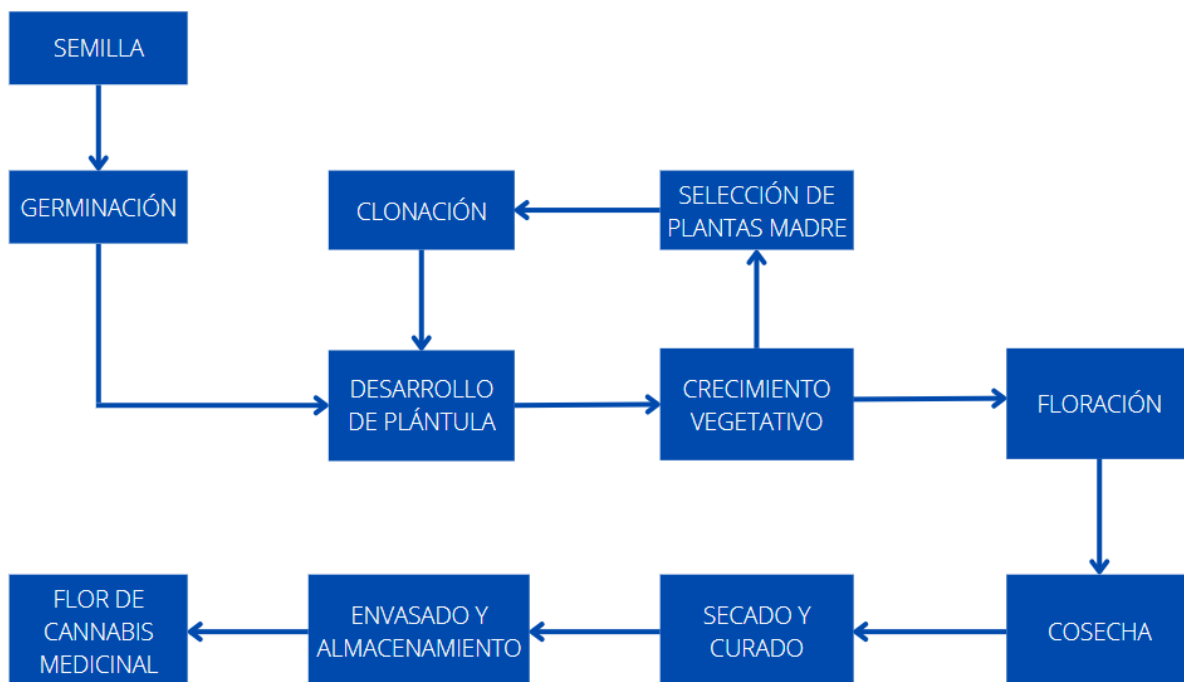
6.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

En el siguiente diagrama se organizan las actividades en orden cronológico, de modo que conformen una representación visual básica del proceso.

Esta representación ofrece un panorama general de las tareas y objetivos individuales, sin entrar en demasiado detalle. En los puntos posteriores, cada actividad será explicada y tratada con detalles.

Figura 12

Diagrama de procesos para la producción de flor de cannabis



En primer lugar, luego de obtener la *semilla* de cannabis, esta será llevada a *germinación*. Una vez germinada y *desarrollada la plántula*, continúa la etapa de *crecimiento vegetativo*, donde más adelante, algunas pocas de ellas se seleccionarán como *plantas madre* para una posterior *clonación o producción de esquejes*, mientras que, las plantas restantes serán llevadas a *floración*. Luego de finalizar esta fase, las flores son *cosechadas, secadas y curadas*, para después ser *envasadas y almacenadas* en perfectas condiciones, obteniendo así, ***flor de cannabis de grado medicinal***.

6.2. SEMILLAS

Una semilla contiene todas las características genéticas de la planta. Los genes presentes en la semilla dictan el tamaño de la planta; su resistencia ante las plagas y enfermedades; la producción de raíces, tallos, hojas y flores; los niveles de cannabinoides, y muchos otros rasgos. El carácter genético de una semilla es el factor más importante que determina lo bien que una planta crecerá bajo luz artificial o natural y los niveles de cannabinoides que producirá.

6.2.1. Germinación

Durante la fase de germinación, la humedad, el calor y el aire activan las hormonas (citoquininas, giberelinas y auxinas) presentes en el interior de la resistente cubierta de la semilla. Las citoquininas estimulan la formación de células, mientras que, las giberelinas y las auxinas ayudan a que se incremente el tamaño de las células.

Durante este proceso, la cubierta protectora de la semilla se abre y permite que surja el extremo de un diminuto brote blanco (la radícula), esta es la raíz central. Los cotiledones, u hojas seminales, emergen del interior de la cascara al empujar hacia arriba en busca de luz.

Luego de algunos días, las semillas empiezan a mostrar tallos, brotes y pequeñas hojas, transformándose así en pequeñas plántulas.

El procedimiento detallado para una correcta germinación se encuentra en el ANEXO IV - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR01 - GERMINACIÓN DE SEMILLAS.

6.2.3 Selección de semilla

La planta de cannabis es reactiva al fotoperiodo, pudiéndose controlar su floración de acuerdo al ciclo de luz emitido. De esta forma, se puede mantener una planta en vegetación o inducirla a florecer en función de nuestros requerimientos.

Inicialmente, se seleccionará una semilla con alto contenido en CBD y fotoperiódica, ya que suelen ser las más utilizadas para consumo medicinal. Cabe destacar que las semillas solo serán estrictamente necesarias en el primer cultivo, debido a que, posteriormente, se obtendrán las plantas a partir de clonación de las mismas. Igualmente, lo ideal sería tener una cantidad adecuada de semillas a disposición en el caso de cualquier emergencia o problema con los esquejes.

Es decir, la semilla presentada a continuación será la que brinde las características genéticas de todos los cultivos. En algún momento, si la situación lo amerita, es posible adquirir otra genética.

Lo ideal sería escoger una semilla de origen argentino, obviamente aprobada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Esto traería múltiples beneficios como: fomentar la industria local, evitar la importación de genéticas (con todos los trámites que conlleva), mayor facilidad de acceso, disminución de costos, entre otros. Sin embargo, de las cuatro variedades aprobadas al día de la fecha, la mayoría de estas son utilizadas principalmente para cultivo *outdoor*, además de tener todas una relación de CBD/THC muy favorable al THC. Pese a esto, cabe destacar que desde el INASE informan que hay más de 99 variedades de Cannabis en trámite de aprobación y se espera que varias de ellas se sumen al registro en los próximos meses.

Debido a las cuestiones mencionadas, la genética de cannabis seleccionada es simplemente una referencia, pudiéndose optar por otra variedad en caso de ser necesario.

La semilla escogida tiene como nombre CBD Charlotte's Angel®, esta es una variedad de CBD sativa dominante (con un promedio de CBD de entre el 10% y el 16%) con un contenido de THC muy bajo, siempre por debajo del 1%. Tiene un aroma muy herbal con fuertes matices diésel y una mezcla de cítricos y pino. En general, con esta variedad se pueden obtener rendimientos de alrededor de 400-450 g/m². Es principalmente apta para cultivos de interior.

Figura 13

Genética CBD Charlotte's Angel®



6.3. MEDIO DE CULTIVO

El término "medio de cultivo" hace referencia al sustrato que se usa para sustentar la vida de una planta. El más utilizado y simple para el cannabis es la tierra, en este, las raíces de la planta absorben los nutrientes que necesitan para su crecimiento en los compuestos presentes en el suelo o en la tierra de la maceta. Sin embargo, también es posible cultivar plantas en medios diferentes que no implican ningún tipo de suelo. Uno de estos es el método de cultivo hidropónico. En lugar de que las raíces se incrusten en el suelo en su búsqueda y absorción de nutrientes, el cultivo hidropónico proporciona una solución rica en nutrientes y a base de agua, que se aplica directamente a las raíces, lo que permite una absorción más eficiente.

Es decir, con un sistema hidropónico, los nutrientes están mucho más disponibles y accesibles, lo que permite a la planta desviar más energía al crecimiento de los tallos, las hojas y las flores.

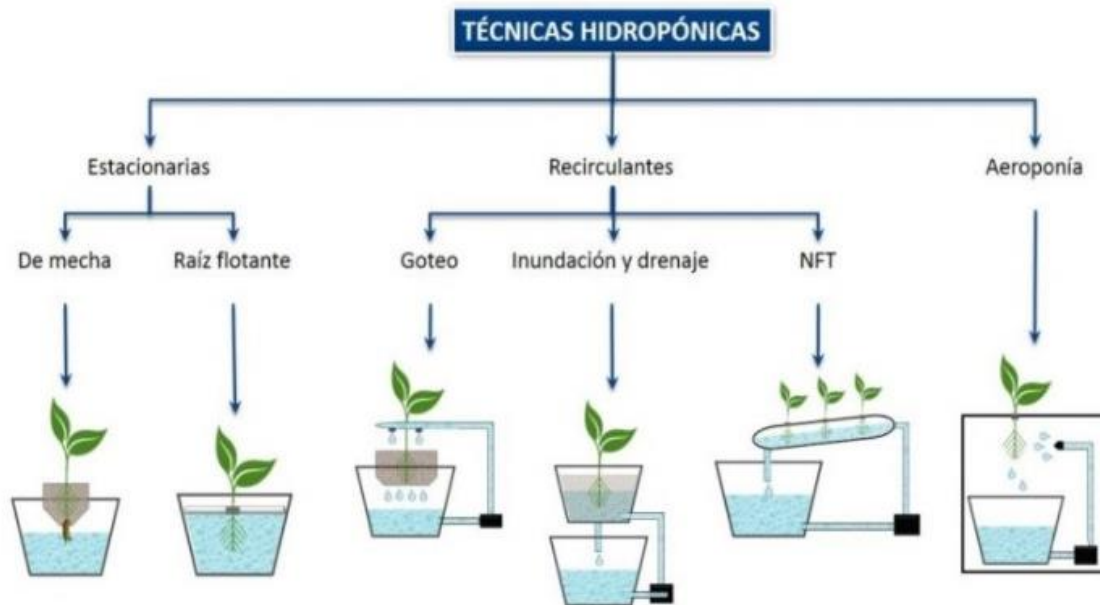
En hidroponía, lo más frecuente es utilizar una mezcla inorgánica. Los medios hidropónicos, inorgánicos e inertes, no contienen nutrientes esencialmente. Todos los nutrientes son suministrados a través de una solución, la cual es, generalmente, fertilizante disuelto en agua. Esta solución pasa por las raíces desde arriba o las inunda a intervalos regulares, drenando luego. El oxígeno adicional que queda atrapado en el medio inerte y alrededor de las raíces acelera la toma de nutrientes a través de las diminutas raíces capilares. El cannabis crece con mayor velocidad en sistemas hidropónicos porque es capaz de ingerir alimentos a la misma velocidad que los utiliza.

6.3.1. Tipos de sistemas hidropónicos

Los sistemas hidropónicos se clasifican según la forma en que se aplica la solución nutritiva. La primera distinción consiste en si dicha solución se aplica de manera activa o pasiva.

Figura 14

Sistemas hidropónicos



En los sistemas pasivos o estacionarios, los nutrientes son obtenidos por la raíz de la solución de forma capilar o con ayuda de una mecha. Son fáciles de mantener y desarrollar y no necesitan de partes móviles ni bombas. La humedad constante en las raíces no permite un buen flujo de oxígeno, por lo que puede afectar el crecimiento de las plantas.

En los sistemas activos o recirculares, la solución nutritiva se mueve de forma activa con ayuda de bombas. Pueden ser por goteo, inundación y drenaje (flujo y refluj) y NFT. En los de goteo, una bomba controlada por un temporizador dosifica en forma de gotas la solución nutritiva a cada planta. En un sistema de flujo y refluj, con ayuda de una bomba se inunda temporalmente la bandeja de cultivo y luego se drena la solución en el depósito.

Por su parte, NFT (Nutrient Film Technique) es una técnica de alto rendimiento, donde se obtiene un flujo constante de solución nutritiva. La solución se bombea desde el depósito por un tubo y fluye por las raíces de la planta llegando nuevamente al depósito.

Debido a las cuestiones mencionadas anteriormente, el medio de cultivo seleccionado para el desarrollo de las plantas de cannabis será un sistema hidropónico, específicamente un sistema NFT.

6.3.2. Sistema NFT

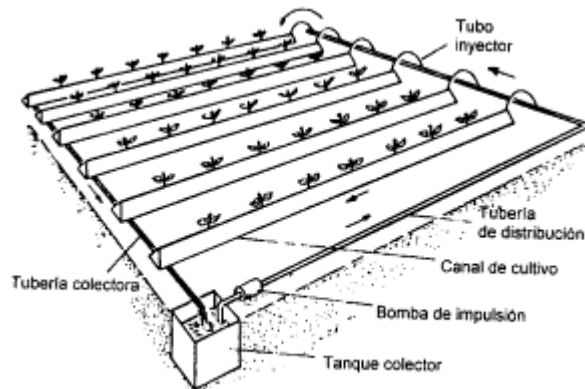
El cultivo en sistema NFT se basa en la utilización de una película o capa poco profunda de agua, llena de nutrientes, que se recircula constantemente sobre las raíces de las plantas.

En la siguiente figura se representa un esquema sencillo de una instalación de NFT, en ella pueden distinguirse los siguientes elementos principales:

Figura 15

Esquema de una instalación NFT

- a) Tanque colector
- b) Bomba de impulsión
- c) Tuberías de distribución
- d) Canales de cultivo
- e) Tubería colectora



a) Tanque colector

El tanque colector es el elemento encargado de almacenar el drenaje procedente de los canales de cultivo, que se escurre hasta él por gravedad, por lo que resulta conveniente que se encuentre en la parte más baja de la explotación. El material de fabricación puede ser polietileno, PVC o fibra de vidrio, aunque también puede ser de metal tratado interiormente con pintura epóxica.

En cuanto a la inyección de fertilizantes, ésta se realiza directamente al tanque a partir de unos depósitos de soluciones madre en base a las lecturas tomadas por unas sondas que controlan la conductividad eléctrica y el pH de la solución que se aporta al cultivo. De esta forma, unas electroválvulas permiten la caída por gravedad de los fertilizantes al tanque, hasta que las lecturas se igualan con las consignas introducidas en el equipo electrónico encargado de controlar la apertura y cierre de dichas electroválvulas. También se pueden utilizar bombas inyectoras para incorporar las soluciones madre.

El volumen disponible del tanque tiene que ser mayor al volumen total de solución que circula en el sistema, ya que, en caso de parada, debe tener la capacidad de almacenar toda el agua presente en las tuberías.

b) Bomba de impulsión

Su función es impulsar permanentemente la solución nutritiva desde el estanque colector hasta la parte alta de los canales de cultivo. Dentro de la gran variedad de tipos de bombas y características de funcionamiento, destacan las de accionamiento eléctrico de operación sumergida o no sumergida. Las primeras son de operación más silenciosa y requieren menor cantidad de energía eléctrica, sin embargo, su costo es varias veces superior a las del segundo tipo por la calidad del blindaje que necesitan para evitar la entrada de líquido al sistema eléctrico del motor.

Para la selección de la bomba deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Solidez y calidad de los componentes.** Con la utilización de una bomba sólida y constituida por elementos de buena calidad se permitirá resistir una gran cantidad de horas de funcionamiento, como lo son las requeridas para cualquier especie que se establece en el sistema NFT.

- **Resistencia de la bomba a la acción corrosiva de la solución nutritiva.** Si la bomba no es resistente a la corrosión, la vida útil de esta disminuirá rápidamente.
- **Caudal de operación en relación a la altura manométrica requerida.** La bomba deberá ser capaz de impulsar eficientemente un caudal máximo equivalente al producto del caudal que se maneja para cada canal de cultivo (2-3 litros por minuto) por el número de canales de cultivo. Este valor debe aumentarse en un 20% como margen de seguridad frente a mayores demandas.

A pesar de su alto rendimiento, la principal desventaja de los sistemas NFT es que no ofrecen prácticamente ninguna capacidad de amortiguación. Debido a la ausencia de un medio de cultivo, la solución nutritiva debe mantener las raíces perfectamente húmedas todo el tiempo. Si la bomba falla, las raíces se secan y mueren. Si el sistema se seca durante un día o más, las raíces morirán, dando lugar a graves consecuencias para el cultivo. La mejor forma de evitar estas fallas es revisar las bombas y filtros frecuentemente e instalar un sensor de agua, el cual dará un aviso en caso de que las plantas se estén secando demasiado. **Con el fin de hacer frente a posibles averías de la bomba o fallos en el suministro eléctrico, resulta conveniente instalar en paralelo un equipo de bombeo accionado por un motor diesel, que entre en funcionamiento en caso de ser necesario.**

c) Tuberías de distribución

La solución nutritiva es distribuida a través de una red compuesta por tuberías y mangueras de PVC o goma desde la bomba impulsora hacia la parte superior de los canales de cultivo. Su diámetro estará en función del caudal que deba circular por ellas, teniendo en cuenta que debe existir en cada canal un caudal de **2-3 litros por minuto**, para así establecer un suministro adecuado de oxígeno, agua y nutrientes. Normalmente el diámetro de las tuberías es de 1 pulgada.

Para sistemas de cultivo de superficie menor a 100 m² no es necesario utilizar tuberías de PVC, bastará con utilizar mangueras de goma o mangueras “de jardín”, de diámetro interno de 1 a 2 cm.

d) Canales de cultivo

Es recomendable utilizar canales de cultivo de sección rectangular, ya que esto permite mantener la fina lámina de solución circulante en la sección transversal a lo largo del canal. La altura de la lámina de agua en el interior del canal no deberá superar los **4 o 5 mm**, con el fin de conseguir una adecuada oxigenación de las raíces.

En lo que se refiere a su longitud, esta no debe superar los 15 metros para asegurar unas condiciones adecuadas y homogéneas en todo el canal y evitar la falta de oxígeno disuelto en la parte final del mismo. Por último, la pendiente longitudinal debe estar entre el 1 y el 2 %, ya que, si resulta inferior, queda dificultado el retorno de la solución al tanque colector y la altura de la lámina de agua puede ser excesiva. Por otro lado, no es conveniente que sea mayor del 2 %, debido a que, una excesiva velocidad de circulación dificultaría la absorción de agua y nutrientes, especialmente cuando las plantas son pequeñas.

e) Tubería colectora

La tubería colectora es la que se encarga de recoger la solución nutritiva al final de los canales de cultivo y llevarla hasta el tanque colector por gravedad. Suele ser de PVC y debe tener una pendiente suficiente para asegurar la evacuación.

6.3.3. Solución nutritiva

Los fertilizantes hidropónicos de calidad disponen de todos los macro y micronutrientes necesarios para una asimilación de los nutrientes y un crecimiento rápido.

Las plantas utilizan tanta agua que las soluciones nutrientes necesitan reponerse con regularidad. El agua se usa a un ritmo mucho más rápido que los nutrientes. Rellenar el depósito con agua con el pH ajustado mantendrá la solución relativamente equilibrada durante una semana o dos.

El procedimiento detallado para una correcta preparación de las soluciones nutritivas se encuentra en el ANEXO V - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR02 – PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS.

6.4. DESARROLLO DE LA PLÁNTULA

La semilla se convierte en plántula luego de unos días, donde además de los cotiledones empiezan a aparecer las primeras hojas. La duración de la etapa de la plántula depende de la variedad y de las condiciones ambientales. La planta se centra principalmente en desarrollar un sistema de raíces. Esto forma la base para su crecimiento posterior. En esta etapa del ciclo de vida hay que tener especial cuidado con las condiciones ambientales y la cantidad de nutrientes, ya que las pequeñas plantas son muy sensibles y frágiles.

El procedimiento detallado para un correcto desarrollo de las plántulas se encuentra en el ANEXO VI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR03 – DESARROLLO DE PLÁNTULA.

6.5. CRECIMIENTO VEGETATIVO

En esta etapa se prevé superponer 2 módulos que contaran con capacidad para vegetar 14 plantas cada uno. El segundo módulo irá encima del primero para ahorrar espacio, dejando un espacio prudencial para el crecimiento de la planta. Al finalizar la vegetación cada planta ocupará un espacio de 0,4 m de lado, utilizando un área de 0,16 m². La separación entre cada una será de 0,1 m.

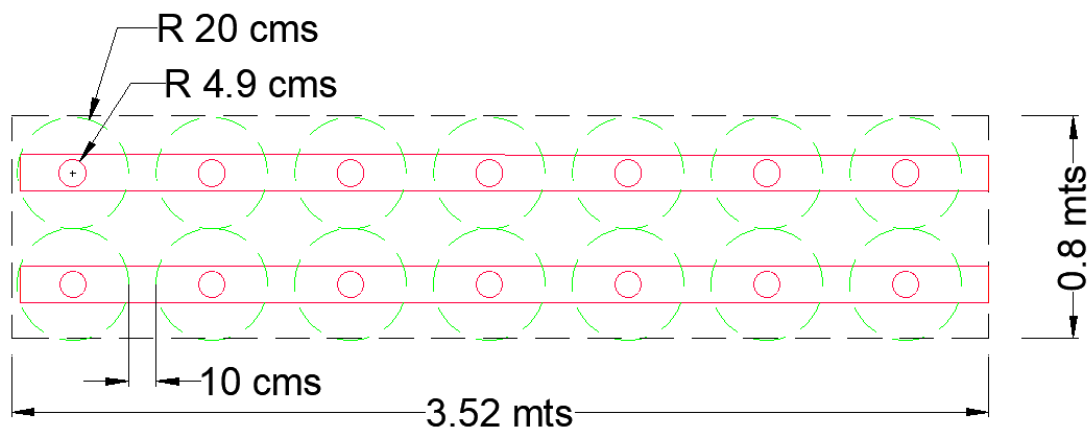
$$\text{Cantidad} = \frac{3,6 \text{ m}}{(0,4 + 0,1) \frac{\text{m}}{\text{planta}} * \text{línea}} * 2 \frac{\text{líneas}}{\text{módulo}} * 2 \text{ módulos} = 28 \text{ plantas}$$

Una vez que estas 28 plantas alcancen los 70 cm, dos de ellas se utilizarán como plantas madre para su clonación, volviendo a producir 28, mientras que, las 26 plantas restantes seguirán su camino hacia la floración.

El tiempo de vegetación estipulado es de 6 semanas, por lo tanto, cada este tiempo tendremos nuevas unidades disponibles para comenzar el periodo de floración.

Figura 16

Plano de etapa vegetativa



El procedimiento detallado para un correcto crecimiento vegetativo se encuentra en el ANEXO VII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR04 - CRECIMIENTO VEGETATIVO.

6.5.1. Selección de plantas madre

Dada la metodología planteada y el tipo de técnica elegida, es necesario seleccionar las plantas de las cuales se permitirán realizar los esquejes/clones, esto permitirá la reducción de tiempo de producción de cogollo, disminución de costos y mantener un producto estándar con las mismas calidades en el tiempo. Del mismo modo, ayudará a la trazabilidad de la genética, dado que, es importante no excederse en ciertos niveles de CBD/THC conforme a la reglamentación nacional argentina.

6.5.2. Esquejes y clonación

Esta etapa es crucial para poder mantener un producto estándar y reducir los costos del proyecto, debido a que, el costo de la semilla para siembra es muy elevado.

El procedimiento detallado para una correcta selección de plantas madre y posterior producción de esquejes se encuentra en el ANEXO VIII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR05 – PRODUCCIÓN DE ESQUEJES.

6.6. FASE DE FLORACIÓN

Llegados a este punto es importante definir la densidad de siembra que va a tener nuestro cultivo, el mismo estará determinado por la técnica del proceso y la genética elegida anteriormente, por ello proponemos las siguientes distancias de cultivo:

- 0,40 m por cada planta madura, ocupando cada una 0,16 m².
- 0,15 m de espacio entra cada planta y paredes.

Según estas distancias y las consideraciones de estructura, se obtiene que:

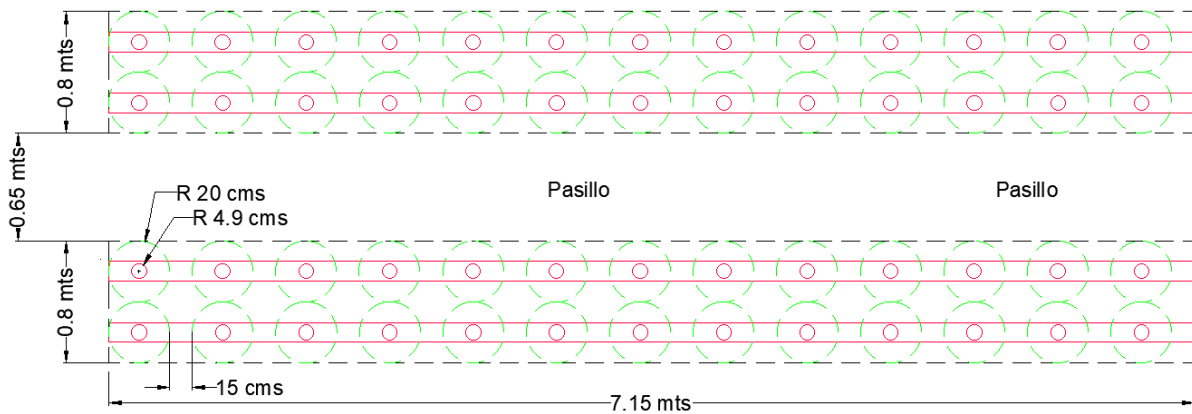
$$\text{Cantidad plantas} = \frac{7,149 \text{ m}}{(0,4 + 0,15) \frac{\text{m}}{\text{planta}} * \text{línea}} \times 4 \text{ líneas} = 52 \text{ plantas}$$

Para esta etapa se dispondrán de dos unidades de floración, cada una con dos líneas de 13 plantas, siendo 26 plantas por unidad y 52 en total.

En la fase de floración cada lote de 26 plantas proveniente de la vegetación (cada 6 semanas), permanecerá en alguna de las 2 unidades entre 10 a 12 semanas hasta que estén listas para la cosecha. O sea, las plantas de la unidad 1 y 2 de floración tendrán una diferencia de 6 semanas. Esto quiere decir que, cada 6 semanas tendremos una nueva cosecha de 26 plantas.

Figura 17

Plano de etapa de floración



El procedimiento detallado para un correcto desarrollo de la etapa de floración se encuentra en el ANEXO IX – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR06 - FASE DE FLORACIÓN.

6.7. COSECHA

Luego de aproximadamente 12 semanas en fase de floración, las plantas estarán maduras y listas para ser cosechadas y cortadas.

6.8. SECADO

El secado consiste en lograr la evaporación de parte del agua presente en las flores. Normalmente, estos procesos duran de 15 a 30 días.

El procedimiento detallado para cosechar y secar adecuadamente el producto se encuentra en el ANEXO X – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR07 – COSECHA Y SECADO.

6.9. CURADO Y ENVASADO

Una vez que los brotes se han secado correctamente, se procede al curado del producto final, un buen curado garantiza un producto con mejor aroma y sabor. Las flores, después del secado, aún contienen clorofila, que contiene magnesio, y le otorga a la flor un sabor “áspero”. Este sabor puede eliminarse a través del proceso de curado, que normalmente dura 4 semanas.

El curado también aumentará en gran medida su vida útil y reducirá las posibilidades de que se produzcan problemas de moho.

En cuanto a sus compuestos activos, estos pueden verse alterados fácilmente tras un almacenamiento prolongado a temperatura ambiente, como es el caso del $\Delta^9 - THC$ que es un compuesto termolábil, sensible al oxígeno y a la radiación ultravioleta, por lo que puede sufrir un proceso de degradación oxidativa a cannabinal (CBN), o experimentar un proceso de isomerización a $\Delta^8 - THC$.

El procedimiento detallado para realizar de manera correcta el curado y envasado del producto se encuentra en el ANEXO XI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR08 – CURADO Y ALMACENAMIENTO.

6.10. MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS

Existen insectos y ácaros asociados con las plantas de cannabis, los más comunes son:

- **Araña Roja Pulgón:** estos ácaros fitófagos suelen situarse en el envés de las hojas, donde forman colonias que dificultan su control. Es la plaga más peligrosa tanto al aire libre como en el invernadero.
- **Mosca Blanca:** causa daños directos al cultivo, debido a que extraen la savia y debilitan la planta. Excretan melaza y el hongo asociado (negrilla) ensucia la planta. También son transmisoras de enfermedades víricas.
- **Mosca de Mantillo:** es una plaga omnipresente en los cultivos de interior. Las larvas causan daños a las raíces, provocando marchitez e incluso colapso a la planta.
- **Pulgón:** los daños directos se deben a la succión de la savia y a la inyección de sustancias activas a través de la saliva, provocando un retraso del crecimiento,

amarillando la planta y causan deformaciones en las hojas. Los pulgones son los vectores más comunes de virosis.

Con el fin de evitar la aparición y propagación de algunos hongos y de ácaros tales como la Araña Roja, Orugas, entre otros, se debe tener un estricto control del ambiente en el cual se está cultivando, siendo necesario el uso de:

- Luz UV dentro de los ductos de entrada de aire (elimina esporas o conidios, los cuales aterrizan en las hojas).
- Tratamientos fitosanitarios preventivos que son utilizados antes de la formación del cogollo, como el aceite de *neem* (araña roja, pulgones) y extracto de pelitre (mosca blanca, trips), creando una barrera física y un ambiente hostil para las plagas.
- Plagas biológicas o insectos depredadores, que pueden acabar con las plagas de forma natural

6.11. REQUERIMIENTOS Y TIEMPOS DEL PROCESO

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los parámetros a controlar y de los tiempos requeridos en cada etapa.

Tabla 6

Parámetros a controlar en el cultivo de cannabis

Parámetro	Germinación y clonación	Desarrollo de plántula	Vegetación	Floración	Secado	Curado y envasado
Temperatura	21 - 32 °C	20-25 °C	20-26 °C	20-27 °C	15-18 °C	15-18 °C
Humedad	70-90 %	70-80 %	40-70 %	40-60 %	50-60 %	50-60 %
pH	5,5 – 6,5	5,5 – 6,5	5,5 – 6,5	5,5 – 6,5	-	-

Conductividad Eléctrica (EC)	0,2 – 0,4 mS/cm ³	1,6 – 1,8 mS/cm ³	1,6 – 1,8 mS/cm ³	1,8 – 2,6 mS/cm ³	-	-
Iluminación	10.000 lúmenes /m ²	10.000 lúmenes/m ²	20.000 lúmenes/m ²	50.000 lúmenes/m ²	Oscuridad	Oscuridad
Fotoperiodo	18 horas luz 6 horas oscuridad	18 horas luz 6 horas oscuridad	18 horas luz 6 horas oscuridad	12 horas luz 12 horas oscuridad	-	-
Atmósfera	CO ₂ entre 1500-2000 ppm	CO ₂ entre 1500-2000 ppm	CO ₂ entre 1500-2000 ppm	CO ₂ entre 1500-2000 ppm	-	-
Duración	2 semanas	2 semanas	4 semanas	12 semanas	2 semanas	4 semanas

6.12. CONTROL DE CALIDAD

La utilización medicinal del cannabis, como cualquier otro fármaco, requiere de exhaustivos controles que determinen, entre otras cosas, su calidad, identificación, pureza, potencia y estabilidad para garantizar su seguridad e indicar, por ejemplo, su dosificación.

El objetivo principal del control de calidad es mejorar la producción, los productos y los servicios que se ofrecen. La calidad está muy vinculada a la legislación, por este motivo, se hace necesario un control de calidad que permita estar dentro de la ley y competir en el mercado. La calidad es posible sin importar el tamaño del cultivo y existen técnicas que nos permiten evaluar la calidad del derivado, la flor seca o la planta en vegetación. Estas técnicas pueden ser llevadas a cabo por laboratorios.

Todos los pasos de la elaboración farmacéutica se enmarcan en un proceso integral de control de calidad, guiado por buenas prácticas agrícolas y por las normas para la elaboración de medicamentos que establece la ANMAT.

6.12.1. Análisis de laboratorio

Un producto de calidad deberá cumplir con ciertos parámetros. La identidad del producto se refiere a su origen y su composición en cannabinoides, terpenos y flavonoides. La potencia está relacionada con saber cuánta es la concentración de estos cannabinoides presentes en el derivado o la materia prima. También resulta muy importante, establecer que no tenga ningún otro agregado. Conociendo estos ítems, podremos determinar si nuestro producto es o no de calidad para cumplir con los estándares establecidos por la ley.

Los análisis a realizar serán los siguientes:

1. Perfil de cannabinoides: este análisis consiste en la determinación de la concentración real de cannabinoides que contiene la muestra. En total, el perfil de cannabinoides está integrado por THCA, CBDA, CBGA, THCV, CBN, THC, CBD, CBG y CBC.
2. Análisis de terpenos: cuantificación del perfil de terpenos, compuestos volátiles de la planta de Cannabis, sustancias responsables del aroma y fuertemente relacionados con la capacidad terapéutica. Los terpenos más presentes en la planta de Cannabis y que forman la parte mayoritaria de su aceite esencial son los monoterpenos mirceno, pineno, limoneno, linalool, eucaliptolo, y el sesquiterpeno cariofileno.
3. Plaguicidas: la planta de cannabis genera sus propias defensas. Como los terpenos, un plaguicida natural que produce la planta. Pero, a veces este no es suficiente, y si la planta sufre alguna plaga o enfermedad, es común usar diversos pesticidas para combatirlas. Al utilizar filtros de aire y tener un control estricto sobre la temperatura y humedad ambiental, es posible que no sea necesario el uso de pesticidas y plaguicidas. Sin embargo, este análisis será realizado para asegurar la calidad del producto.
4. Análisis microbiológico: el cannabis, al igual que cualquier planta o producto alimenticio, puede contener contaminantes microbiológicos potencialmente dañinos

para la salud. Se trata de algunas bacterias y hongos que, dependiendo de las condiciones de cultivo, secado, procesado, conservación y manipulación, pueden acabar estando presentes e incluso desarrollarse en el producto final.

Se excluye el análisis de metales pesados, ya que, son destinados principalmente para los cultivos en suelos contaminados con estos metales.

6.12.2. Muestro

Es importante establecer la cantidad exacta de producto a analizar, ya que, en la toma de muestras, se pierden partes de una cosecha con valor financiero. Para poder extrapolar los resultados de una muestra entregada al resto del lote es de vital importancia realizar una buena selección de muestra.

Para tomar una muestra representativa de una cosecha, el procedimiento razonable sería cosechar todo el material y, una vez separado de las partes de la planta que no nos interesan y no vamos a emplear, removerlo y extenderlo sobre una superficie plana. Una vez extendido se debería trazar una cuadrícula (en al menos unas 9 porciones) y se toma cantidad aproximadamente igual de muestra de, al menos, 3 porciones de esta cuadrícula distintas seleccionadas aleatoriamente. La parte así seleccionada se debe triturar y de ese producto enviar la muestra necesaria para analizar.

6.12.3. Trazabilidad

La trazabilidad se refiere al recorrido monitoreado bajo una estricta observación y toma de datos de todo el proceso de cultivo. Esto permite hacer un control de variables para evaluar el cultivo y generar una repetición de procesos y procedimientos. Cada una de las variables que se evalúan tienen datos que deben ser reportados juiciosamente. Las más importantes son: suelo, riego, iluminación, condiciones de humedad, presión de vapor y temperatura, semilla y su genética, y por último control de plagas.

En la actualidad, la forma más habitual de implementar e integrar todas estas funciones dentro del Sistema de Calidad tradicional es mediante la utilización de un sistema digital de registro y control (ERP) de los movimientos de semillas, clones, plantas, y productos derivados de la planta, para garantizar una trazabilidad absoluta en la producción.

Estos sistemas ayudan en el diseño de modelos productivos, en manipulación y comercialización mediante adecuación a las normas vigentes, en el seguimiento del ciclo de cultivo, en el registro de incidencias, en la interpretación de datos, en el control del producto final, y en el resguardo de calidad genética y la información estratégica.

La documentación sistematizada de procesos ordena la cadena de producción de forma virtuosa, permite mejoras cualitativas de manejo y la evaluación de resultados frente a decisiones estratégicas.

La trazabilidad contribuye para implementar modelos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) orientadas al cannabis y provoca credibilidad para la confianza. La certeza de origen provoca confianza en la producción de alimentos y fármacos derivados del cannabis.

6.12.4. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

El término Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) hace referencia a una manera de producir y procesar los productos agropecuarios, de modo que los procesos de siembra, cosecha y pos-cosecha de los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente. Así, las Buenas Prácticas Agropecuarias:

- Promueven que los productos agropecuarios no hagan daño a la salud humana y animal ni al medio ambiente.
- Protegen la salud y la seguridad de los trabajadores.
- Tienen en cuenta el buen uso y manejo de los insumos agropecuarios.

En nuestro país existe la Red BPA, formada por las principales entidades públicas y privadas de Argentina. Esta red definió normas para garantizar que las actividades de siembra, pulverización, cosecha y postcosecha se realicen de acuerdo a las buenas prácticas agrícolas.

Certificación

Una de las vías más extendidas a partir de las cuales las empresas pueden certificar su cumplimiento con determinados estándares y/o el empleo de las buenas prácticas productivas es a través de ciertos sellos internacionales.

Para el comercio internacional es indispensable contar con este tipo de certificaciones. Así, además de tener que contar con la aprobación de los organismos públicos de competencia en ámbitos de eficacia, sanidad y/o inocuidad de medicamentos y alimentos del país emisor y receptor, las empresas también deben contar con estos sellos privados requeridos por compradores internacionales.

Las empresas por medio de la certificación podrán demostrar a sus clientes nacionales o internacionales y demás partes interesadas la obtención de un producto bajo la implementación de BPA y recolección.

Inicialmente, no se considerará la opción de una certificación debido a su elevado costo. Sin embargo, se trabajará siempre cumpliendo las normas establecidas por las BPA.

7. DISEÑO DE PLANTA

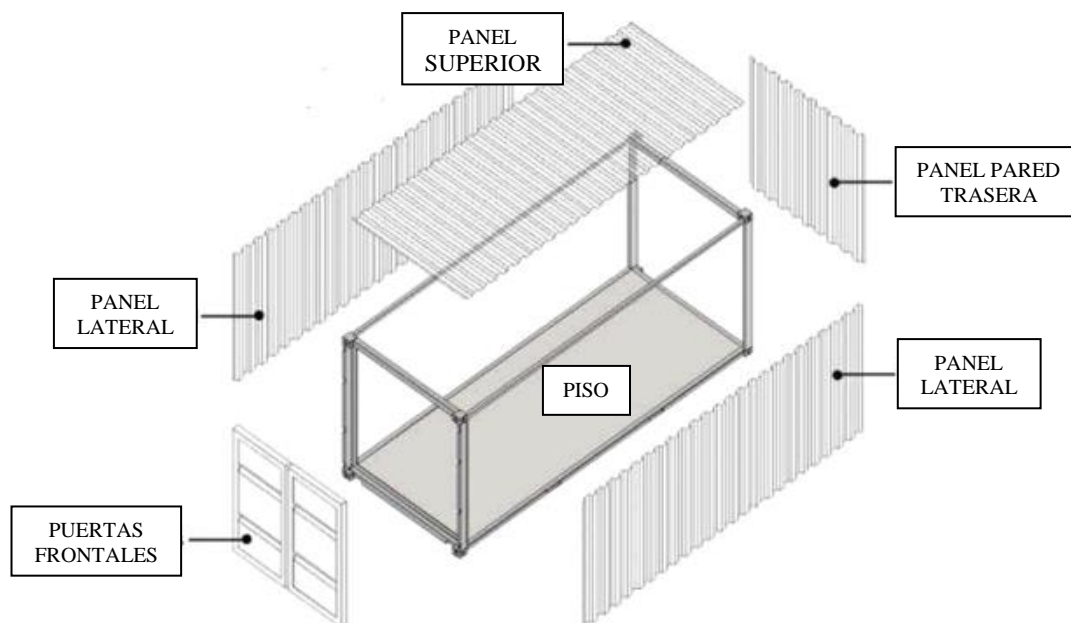
7.1. RECINTO DE CULTIVO

Dadas las características tanto geográficas como climáticas de la provincia, se determinó que el lugar de cultivo de cannabis medicinal debe ser un ambiente cerrado, es decir, un *cultivo indoor*.

Debido a, entre otras cosas, su utilidad, costo y facilidad de transporte, la estructura utilizada para el cultivo será un **contenedor marítimo**. Esta instalación con maquinaria adecuada permitirá el control de determinados parámetros productivos como: temperatura ambiental, humedad relativa, concentración de CO2 en el aire luminosidad, entre otros.

Figura 18

Estructura del cuarto de cultivo



Un contenedor o container es un recipiente de carga destinado al transporte tanto internacional como nacional mediante las vías marítimas, fluviales terrestres y/o aéreas. La forma y características del mismo están reguladas de acuerdo con la normativa ISO-668:2 (International Organization for Standardization). Esta regulación también facilita la

manipulación y adaptación del mismo a las cubiertas de los buques y los espacios de carga de buques y camiones.

La gran mayoría de contenedores están hechos de acero. El acero es un material muy resistente, aguanta la corrosión y gracias a su dureza permite apilarlos y moverlos sin que sufran daños. Además, el acero es duradero, es por eso que muchos contenedores se convierten en hogares y oficinas de contenedores.

Los contenedores marítimos están hechos de láminas y vigas de acero. Estos comienzan como pequeñas láminas de acero de 8 × 3 pies. Cada hoja se envía a través de máquinas para prepararla para su fabricación; es arenado, aplanado y luego enviado a través de un proceso de estampado. La prensa corruga el acero, lo que ayuda a agregar resistencia.

Las paredes corrugadas se refuerzan con largas vigas de acero, que agregan resistencia y rigidez.

Las dimensiones del recinto de cultivo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Dimensiones del cuarto de cultivo

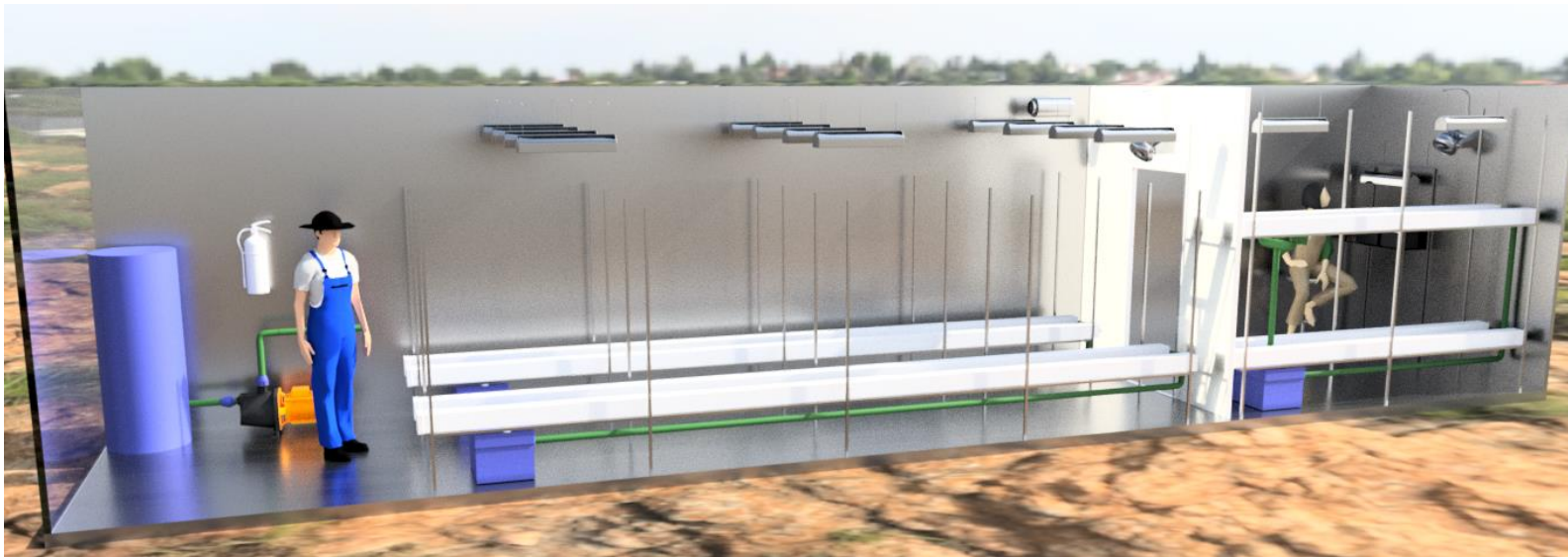
PESO	VACIO	3.800 Kg
	PESO MÁXIMO	26.600 Kg
MEDIDAS	EXTERNAS	INTERNAS
LARGO	12,192 m	12,030 m
ANCHO	2,438 m	2,350 m
ALTO	2,896 m	2,710 m
VOLUMEN	76,5 m³	

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA

Para la representación del recinto de cultivo, se utilizó el software *Fusion 360*, el cual permite realizar modelados en 3D.

Figura 19

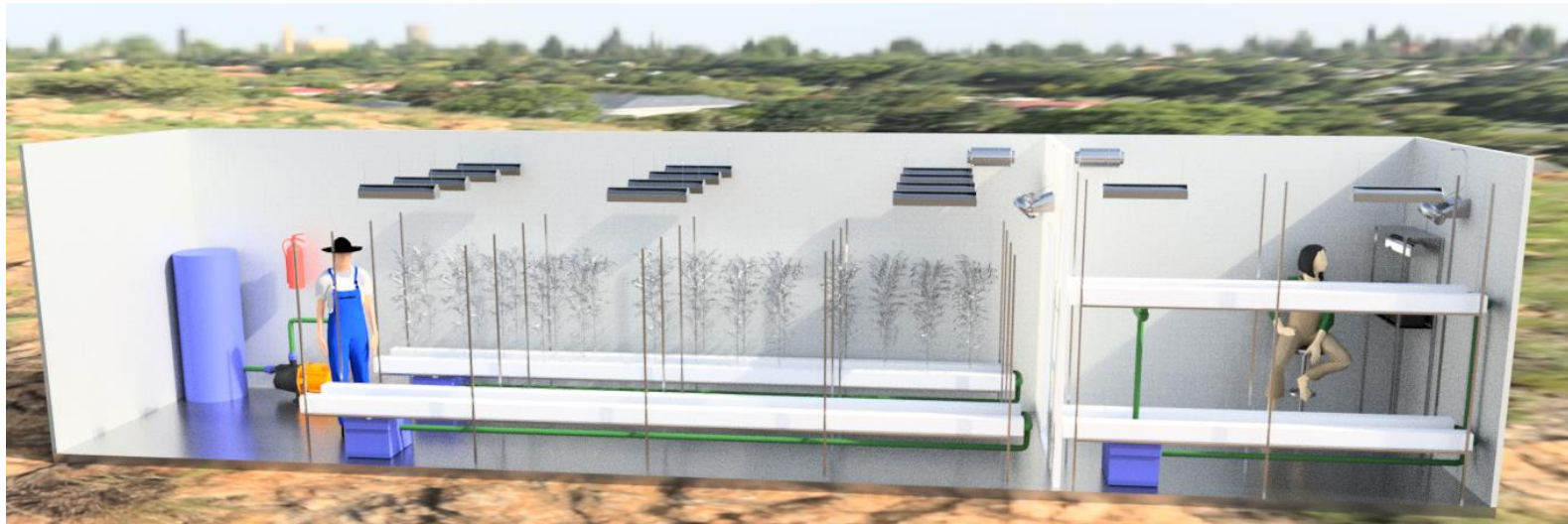
Representación cuarto de cultivo



En esta imagen se puede apreciar el cuarto de cultivo, haciendo foco principalmente sobre los módulos de floración, vegetación y germinación/clonación.

Figura 20

Cuarto de cultivo con plantas

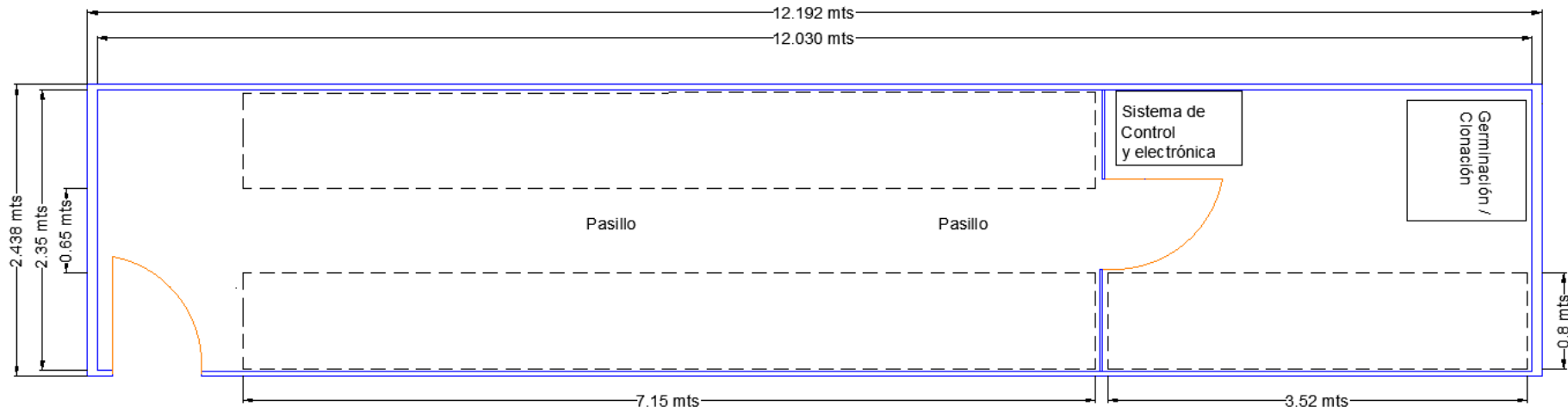


En esta última imagen se puede observar el cuarto de cultivo junto con algunas plantas y operadores.

7.2. LAYOUT Y DIAGRAMAS DE PLANTA

Figura 21

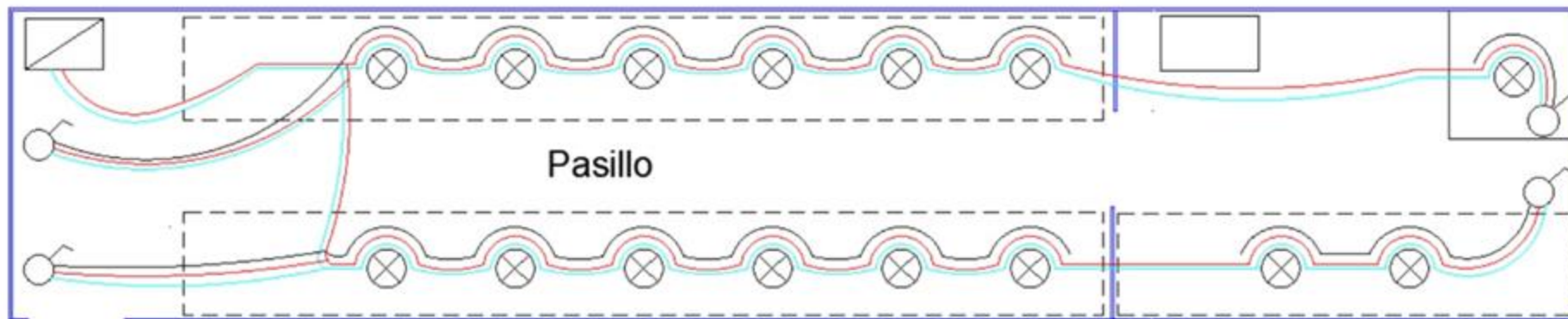
Layout de planta



Nota. El gráfico es un plano que representa todas las áreas del proceso hasta la floración, con sus respectivas medidas.

Figura 22

Diagrama eléctrico iluminación del cultivo



Nota. Se representa un diagrama eléctrico exclusivamente de iluminación en cada etapa.

Figura 23

Diagrama de tomacorrientes

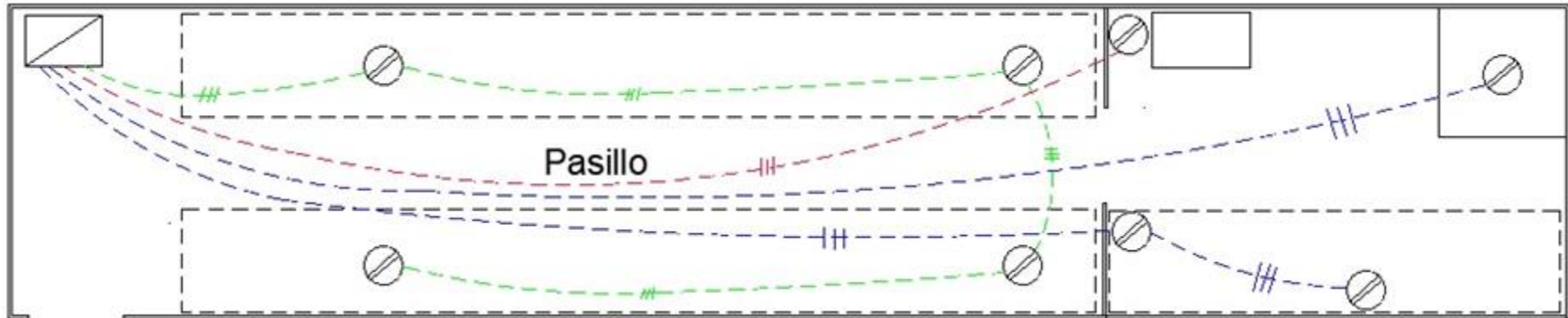
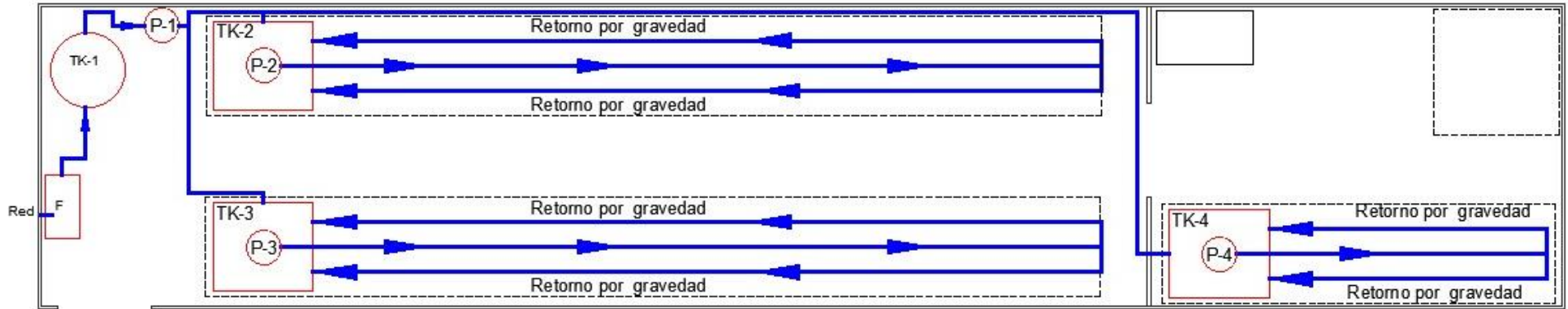


Figura 24

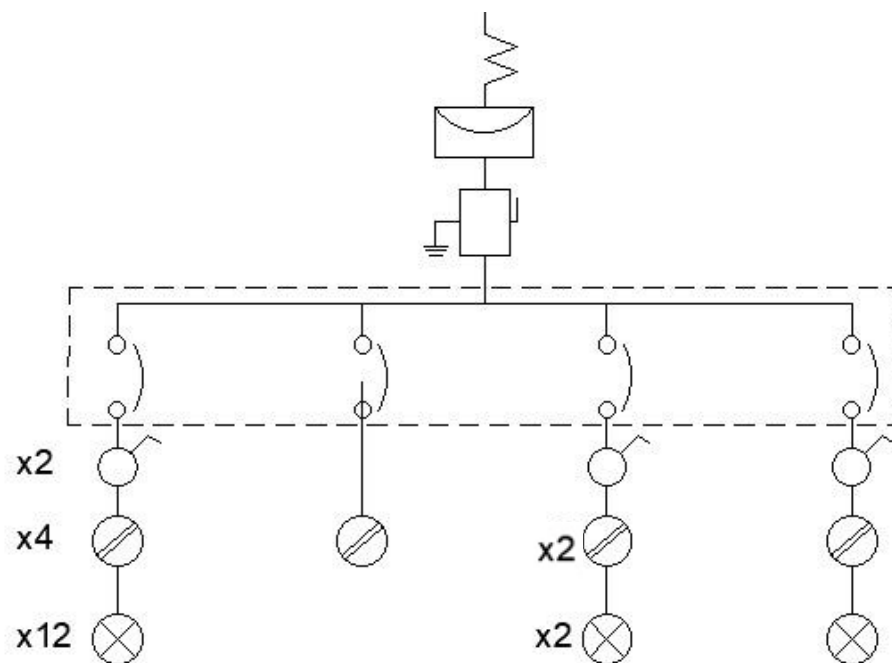
Plano de distribución de flujo de agua



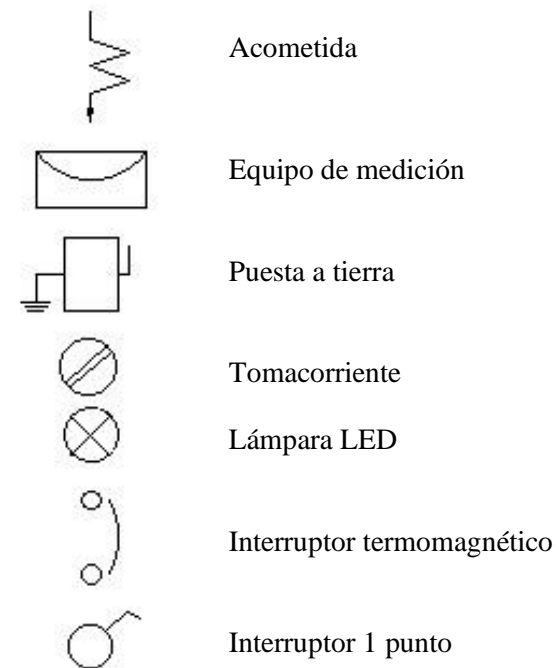
Nota. Se muestra el flujo de agua en cada etapa del cultivo, incluyendo los tanques de almacenamiento de la solución nutritiva.

Figura 25

Diagrama unifilar



Simbología



7.3. CONTROL DE CLIMA

En esta sección se mencionarán las variables que afectan al desarrollo de la planta de cannabis como así también las necesidades climáticas, estas son:

- Ventilación
- Iluminación
- Temperatura
- Humedad

7.3.1. Ventilación

Con el fin de que haya un flujo de aire lo más estable posible, y, para evitar la producción de moho y otras plagas por la humedad, es necesario que el invernadero sea ventilado constantemente.

Renovación y circulación de aire

Los **extractores** se clasifican según la cantidad de aire, medida en metros cúbicos por hora (m^3/h), que pueden mover. El extractor debería ser capaz de renovar el volumen de aire del cuarto de cultivo en menos de 5 minutos.

Dado que el volumen a desalojar es de $76,50 \text{ m}^3$, se obtiene que:

$$\text{Caudal extractor} = 76,50 \frac{\text{m}^3}{\text{renovación}} \times \frac{1 \text{ renovación}}{5 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 918 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Con respecto al ingreso de aire, será necesario tener contar con un **intractor** o **extractor en dirección contraria**, este permitirá la introducción de aire limpio y fresco al invernadero y reconstituirá los porcentajes de oxígeno y de dióxido de carbono. El intractor deberá tener una cuarta parte de la potencia en m^3/h con respecto al extractor, para lograr una baja presión (presión negativa) que evite que salgan los olores al exterior y para que haya una renovación de aire óptima y no se alcancen niveles bajos de CO_2 y O_2 .

$$\text{Caudal intractor} = \frac{\left(918 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)}{4} = 230 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Los **ventiladores** también son complementarios y tienen un papel muy importante en un cultivo indoor, ya que de ellos dependerá la circulación de aire dentro del invernadero. Los ventiladores se encargarán de distribuir el aire con el fin de que las plantas absorban el CO₂ de este incluso en los puntos más lejanos, además evitarán la formación de bolsas de aire estancado, el cual puede acarrear problemas de humedad y enfermedades.

Proporcionándoles una pequeña corriente de aire obtendremos plantas con un tronco y ramas más fuertes, pues deben crear resistencia al mismo. Las plantas al tener un tronco y ramas más fuertes serán capaces de aguantar mayor peso en sus cogollos. Esta condición se asemeja al viento en la naturaleza.

El ventilador a utilizar en las otras fases de cultivo debe tener varias velocidades, de forma que se pueda adaptar a los requerimientos. Si se encuentra lejos de las plantas, será necesaria más potencia que si está cerca, puesto que tan solo deben mover suavemente las hojas. Uno oscilante con rejilla será siempre más eficaz que uno fijo, ya que no estará soplando siempre en la misma dirección. Lo ideal es la utilización de un ventilador de este tipo por metro cuadrado de cultivo, siendo más eficaz tener varios de baja potencia que pocos de alta potencia.

Con respecto al porcentaje de CO₂ en el aire, las plantas de cannabis, principalmente en floración, necesitan valores de 1.500 ppm, cuando en la atmósfera se tienen valores promedio de 300-350 ppm. Por lo tanto, será clave tener un generador de CO₂ que aporte las cantidades necesarias de este gas vital en el crecimiento de la planta. Debido a que se puede prescindir de un alto aporte de CO₂ en las otras etapas, para disminuir el gasto energético, el generador se utilizará solamente 12 horas por día, que será cuando las luces del área de floración se encuentran encendidas.

Circulación de olores

El cannabis produce más de 200 compuestos aromáticos, entre ellos terpenoides, cuyo olor se asemeja a la gasolina, a la madera, a cítricos y a flores. Estos olores pueden llegar a ser imponentes, molestando y llegando a ser perjudicial para personas cercanas al invernadero.

Por lo tanto, será necesaria la utilización de un filtro de carbono, con el fin de retener dichos olores, cuidando así el bienestar tanto del personal de trabajo como de la gente cercana al invernadero. Los filtros de carbono también pueden capturar las sustancias contaminantes (terpenos) a la vez que permiten el paso del aire limpio.

7.3.2. Iluminación

El cannabis necesita luz para crecer, la luz necesita tener la intensidad y espectro adecuado para asegurar un crecimiento rápido. Aunque la luz parece blanca al ojo humano, en realidad, es una mezcla de colores. Las plantas absorben el espectro rojo, violeta y azul, dejando el verde como el color que vemos; esto indica que el verde es el menos absorbido del espectro de colores. La porción principal de luz que usan las plantas se encuentra entre 400 y 700 nanómetros (nm). La luz se mide en candelas por metro cuadrado o lúmenes por metro cuadrado, también llamados lux.

La relación entre la luz emitida por una fuente y la distancia viene definida por la ley de la inversa del cuadrado. Esta ley afirma que la intensidad de la luz cambia en proporción inversa al cuadrado de la distancia.

$$\text{Intensidad [lux]} = \frac{\text{flujo luminoso [lúmenes]}}{\text{distancia}^2 [\text{m}^2]}$$

La intensidad es la magnitud de energía lumínica por unidad de superficie. Es máxima cerca de la bombilla y disminuye rápidamente a medida que nos alejamos de la fuente. Las necesidades lumínicas según cada etapa de crecimiento son las siguientes:

Tabla 8

Requerimientos lumínicos según fase de desarrollo

Fase de desarrollo	Lúmenes por m ²
Plántula y esquejes	10.000
Vegetación	20.000
Floración	50.000

Por otro lado, la eficiencia luminosa o rendimiento luminoso, es la relación existente entre el flujo luminoso (en lúmenes) emitido y la potencia (en watts).

$$\eta = \frac{F}{P} = \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

Tal como se representa en el siguiente cuadro, esta relación siempre dependerá del tipo de lámpara escogida.

Tabla 9

Generación de lúmenes por watt según el tipo de lámpara

Tipo de iluminaria	Rendimiento luminoso
Lámparas incandescentes	17 lm/W
Lámparas fluorescentes	70 lm/W
Halogenuros metálicos	75 lm/W
Vapor de sodio AP	110 lm/W
Luminaria LED	160 lm/W

Entonces, conociendo la superficie a cubrir en cada etapa, establecidas las mismas en el layout de planta (*figura 20*), y con los datos de la tabla 8, es posible calcular la cantidad de lúmenes necesarios para cada fase del cultivo.

Para la selección de las lámparas hay dos opciones, se puede estimar la potencia requerida según la tabla 9, o, directamente, observando los lúmenes generados por cada iluminaria, indicados los mismos por los proveedores de lámparas de cultivo, se eligen los paneles LED necesarios.

En este caso, la elección de los equipos de iluminación se hará teniendo en cuenta la generación de lúmenes brindada por el proveedor, ya que, en la búsqueda de iluminarias se observó que el rendimiento luminoso de cada producto es variable y siempre considerablemente menor a los 160 lm/W.

Se escogerán lámparas del tipo LED debido a que, si bien es necesaria una mayor inversión, el consumo energético es considerablemente menor, lo que a largo plazo es más viable. Estas lámparas serán de espectro completo, que son aquellas que generan luz en todas las longitudes de onda del espectro visible, simulando condiciones de iluminación natural, es decir, se asemeja a la luz solar.

Tabla 10

Cálculo de iluminación en cada fase del proceso

Fase del proceso	Requerimientos	Superficie a cubrir	Lúmenes totales	Potencia estimada
Plántula y esquejes	10.000 lm/m ²	1 m ²	10.000	62,5 W
Vegetación	20.000 lm/m ²	2,70 m ²	54.000	337,5 W
Floración (2 unidades)	50.000 lm/m ²	5,72 m ² /unidad 11,43 m ² totales	285.750/unidad 571.500 totales	1786 W/unidad 3572 W totales

El proveedor seleccionado comercializa paneles agrupando luces LED de 50 W. Cada una de estas generan 5000 lúmenes, es decir, tienen un rendimiento luminoso de 100 lm/W. Teniendo en cuenta estos valores, se seleccionarán los correspondientes paneles.

Cabe destacar que los cálculos son estimativos y a la hora de colocar los artefactos es posible que existan variaciones de lo aproximado, existiendo la probabilidad de tener que agregar luces. El flujo luminoso será controlado constantemente con luxómetros. Lo ideal sería contar con alguna iluminación de apoyo en el caso de que los valores reales sean menores a los estimados, por ejemplo, se podría tener a disposición algunas lámparas extras o algunos paneles de baja o media potencia.

7.3.3. Balance Térmico

Para establecer un sistema de calefacción adecuado, inicialmente, será necesario realizar un balance térmico para la estimación de las pérdidas de calor que pueden existir en el contenedor utilizado como invernadero. Posteriormente, se analizará qué tipo de sistema es más conveniente.

El objetivo de la realización de una instalación de calefacción es lograr las condiciones óptimas para el cultivo, por lo cual deben ser estudiadas las causas que modifican dichas condiciones, que es lo que se define como **pérdidas y ganancias de calor o calorías**.

El balance térmico permite calcular las pérdidas de calor que se producen por la diferencia de temperatura existente entre el lugar a calefaccionar y el exterior, por transmisión a través de paredes, techos, pisos y aberturas. Asimismo, podrán calcularse las ganancias producidas por la emisión de calor de las personas que ocupan el local, de los equipos, máquinas y/o aparatos utilizados en el mismo, de la iluminación, etc.

7.3.3.1. Pérdidas de calor por conducción

Se utilizarán los datos brindados por la Estación Astronómica de Río Grande. Con esto, se podrá calcular la cantidad máxima de calor disipado por las paredes en el invernadero.

El 2020 es el año más cercano del que se tiene registro, por lo tanto, se utilizará este valor como referencia.

Tabla 11

Temperaturas mínimas, máximas y promedio de 2004 a 2020.

Año	Media	Mín	Max
2004	5.77	-10.59	24.70
2005	4.45	-13.30	21.88
2006	5.24	-9.10	19.40
2007	4.70	-13.20	20.80
2008	5.18	-9.70	21.60
2009	4.75	-11.50	22.70
2010	4.55	-12.70	19.80
2011	4.96	-11.90	23.80
2012	4.94	-12.90	21.90
2013	6.28	-9.40	27.40
2014	5.82	-11.20	25.50
2015	5.84	-9.30	27.70
2016	6.44	-9.40	25.60
2017	6.31	-9.40	22.40
2018	5.86	-12.60	24.70
2019	6.65	-11.30	34.40
2020	5.48	-15.00	23.50

Nota. Adaptado de Estación Astronómica Río Grande (EARG).

El calor perdido por transmisión a través de paredes simples se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$Q_c = \frac{k}{l} * S * (T_i - T_e)$$

Donde:

- Q_c = Flujo de calor perdido por conducción [W].
- k = Conductividad térmica del material [W/m. °C].
- l = Espesor de la pared [m].
- S = Superficie neta de transferencia de calor [m²].
- T_i = Temperatura del aire del interior [°C].
- T_e = Temperatura del aire del exterior [°C].

En el caso de una pared plana compuesta, se puede, para cada uno de los materiales, aplicar la ecuación de pared simple, quedando finalmente:

$$Q_c = U * S * (T_i - T_e)$$

Siendo:

$$\frac{1}{U} = \sum \frac{l_i}{k_i}$$

Entonces, con las ecuaciones descriptas anteriormente, se puede considerar la utilización de aislantes térmicos. En la *tabla 12* se mencionan algunos materiales con su valor de conductividad.

Tabla 12

Conductividad térmica de algunos materiales

Material	Conductividad [W/mK]
Cobre	380
Aluminio	237
Acero	50
Hormigón	2,5
Cerámica	0,8
Madera	0,13
Lana de vidrio	0,041
Lana de roca mineral	0,037
Poliestireno	0,035
Poliuretano	0,026

Sabiendo que las paredes de los contenedores son de acero, y tomando como referencias las dimensiones de la *Tabla 7*, es posible la estimación de las pérdidas de calor por conducción, con o sin aislantes.

Para paredes sin aislantes:

Para este cálculo, se realizarán las siguientes consideraciones:

- La diferencia entre el diámetro externo e interno es debida al espesor de las paredes de acero. Es decir, el grosor de cada pared será la mitad de esas diferencias.
- El suelo se encontrará a la misma temperatura que el aire del exterior.
- La temperatura exterior será la mínima registrada en el año 2020, según la *Tabla 11*, la misma es de -15 °C.
- La temperatura en el interior del invernadero será generalmente de 25°C.

Los espesores de cada pared serán los siguientes:

Tabla 13

Espesores de las paredes del recinto

Medidas	Exterior [mm]	Interior [mm]	Espesor de cada pared [mm]
Largo	12.192	12.030	81
Ancho	2.438	2.350	44
Alto	2.896	2.710	93

Las paredes laterales tendrán un espesor de 44 mm, las paredes frontal y trasera 81 mm y las superior e inferior serán de 93 mm.

Las superficies de transferencia de calor de las 6 paredes serán:

$$\text{Paredes laterales} \rightarrow S_1 = 2 * 12,03\text{m} * 2,71\text{m} = 65,2026 \text{ m}^2$$

$$\text{Paredes frontal y trasera} \rightarrow S_2 = 2 * 2,35\text{m} * 2,71\text{m} = 12,737 \text{ m}^2$$

$$\text{Paredes superior e inferior} \rightarrow S_3 = 2 * 12,03\text{m} * 2,35\text{m} = 56,541 \text{ m}^2$$

Al ser distintos espesores y superficies de transferencia, será necesario aplicar la ecuación 1 tres veces.

$$Q_{C1} \approx \frac{50 \text{ W/m } ^\circ\text{C}}{0,044 \text{ m}} * 65,2026 \text{ m}^2 * (25 \text{ } ^\circ\text{C} - (-15 \text{ } ^\circ\text{C})) \approx 2.963.755 \text{ W}$$

$$Q_{C2} \approx \frac{50 \text{ W/m } ^\circ\text{C}}{0,081 \text{ m}} * 12,737 \text{ m}^2 * (25 \text{ } ^\circ\text{C} - (-15 \text{ } ^\circ\text{C})) \approx 314.494 \text{ W}$$

$$Q_{C3} \approx \frac{50 \text{ W/m } ^\circ\text{C}}{0,093 \text{ m}} * 56,541 \text{ m}^2 * (25 \text{ } ^\circ\text{C} - (-15 \text{ } ^\circ\text{C})) \approx 1.215.936 \text{ W}$$

La pérdida de calor total será:

$$Q_{CT} \approx Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} \approx 4.494.185 \text{ W} \approx 3.865.000 \text{ Kcal/h}$$

Para paredes con aislación:

Si se considera utilizar lana de vidrio de 50 mm de espesor, cuyo valor de conductividad térmica se encuentra en la *Tabla 12*, las pérdidas de calor según las ecuaciones descriptas serán:

$$Q_{C1} \approx \frac{\frac{\text{W}}{\text{m}^2} ^\circ\text{C}}{\frac{0,044}{50} + \frac{0,050}{0,041}} * 65,2026 \text{ m}^2 * 40^\circ\text{C} \approx 2.138 \text{ W}$$

$$Q_{C2} \approx \frac{\text{W/m}^2 ^\circ\text{C}}{\frac{0,081}{50} + \frac{0,050}{0,041}} * 12,737 \text{ m}^2 * 40^\circ\text{C} \approx 418 \text{ W}$$

$$Q_{C3} \approx \frac{\frac{\text{W}}{\text{m}^2} ^\circ\text{C}}{\frac{0,093}{50} + \frac{0,050}{0,041}} * 56,541 \text{ m}^2 * 40^\circ\text{C} \approx 1.852 \text{ W}$$

La pérdida de calor total será:

$$Q_{CT} \approx Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} \approx 4.408 \text{ W} \approx 3.800 \text{ Kcal/h}$$

Se puede observar que las pérdidas disminuyen notablemente, por lo tanto, se utilizará este aislante térmico. El mismo conlleva una inversión inicial, pero, permitirá reducir los

consumos energéticos implicados en la calefacción del invernadero, lo que a largo plazo termina siendo más factible.

Como se mencionó, los cálculos anteriores fueron realizados con la temperatura mínima registrada en Río Grande en el 2020, en la siguiente tabla se muestran los resultados para la temperatura promedio y temperatura máxima.

Tabla 14

Pérdidas de calor (por paredes) máximas, mínimas y promedio.

Pérdidas de calor	T_{min} = -15 °C	T_{med} = 5,48 °C	T_{máx} = 23,50 °C
Paredes laterales (Q _{C1})	2.138 W	1.043 W	81 W
Paredes frontal y trasera (Q _{C2})	418 W	204 W	16 W
Paredes superior e inferior (Q _{C3})	1.852 W	904 W	70 W
Total	4.408 W = 3.800 Kcal/h	2151 W = 1850 Kcal/h	167 W = 144 Kcal/h

7.3.3.2. Pérdidas de calor por ventilación

La expresión que permite calcular las pérdidas de calor por infiltración de aire frío es la siguiente:

$$Q_v = V * C_e * P_e * (T_i - T_e)$$

Donde:

- Q_v = cantidad de calor perdido por hora. [Kcal/h].

- V = volumen de aire frío infiltrado desde el exterior a través de las aberturas por unidad de tiempo. Según los requerimientos del cultivo, el volumen de aire frío que ingresa al invernadero debido al intractor de aire es de $230 \text{ m}^3/\text{h}$.
- C_e = calor específico de un kilo de aire por cada grado centígrado que se incrementa su temperatura, su valor promedio es de $0,24 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$.
- P_e = peso específico del aire, su valor es $1,3 \text{ Kg/m}^3$.
- $T_i - T_e$ = diferencia de temperatura del aire del invernadero con el aire exterior [$^\circ\text{C}$].

Reemplazando:

$$Q_v = 230 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} * 1,3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * (25 \text{ } ^\circ\text{C} - (-15 \text{ } ^\circ\text{C}))$$

$$Q_v = 2.870 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

El calor perdido estimado por el ingreso de aire frío del exterior es de 2.870 Kcal/h . Al igual que en el caso anterior, este valor es referido a la temperatura mínima. Para el resto de temperaturas las pérdidas son las siguientes:

Tabla 15

Pérdidas de calor (por ventilación) máximas, mínimas y promedio.

Pérdidas de calor/T exterior	$T_{\min} = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_{\text{med}} = 5,48 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_{\text{máx}} = 23,50 \text{ } ^\circ\text{C}$
Por ventilación	2.870 Kcal/h	1.400 Kcal/h	108 Kcal/h

7.3.3.3. Ganancias de calor

Las principales fuentes de generación de calor serán:

- Personal que ocupa el invernadero.
- Equipos y maquinaria presente dentro del invernadero.
- Iluminación

Personal

La ganancia debida a la presencia de personas será:

$$Q_P = N_P * C_S$$

Donde N_P es la cantidad de personas que permanecen juntas durante el mismo lapso de tiempo y C_S es el calor sensible entregado por las personas de acuerdo a la actividad que desarrollan en el local, cuyo valor se puede obtener de la *Tabla 16*.

Tabla 16

Calor sensible liberado según grado de actividad

Grado de actividad	Temperatura seca del local					
	26°C		24°C		21°C	
	W		W		W	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentados, en reposo	61	41	67	35	75	27
Sentados, trabajo muy ligero	63	53	70	46	79	37
Empleado de oficina	63	68	71	60	82	49
De pie, marcha lenta	63	68	71	60	82	49
Sentado, de pie	64	82	74	72	85	61
Sentado, restaurante	71	90	82	79	94	67
Trabajo ligero en banco de taller	72	147	86	133	107	113
Baile o danza	80	168	95	153	117	131
Marcha, 5 km/h	96	196	111	181	135	158
Trabajo penoso	142	282	153	270	176	247

Cabe mencionar que un objetivo del proyecto es la automatización del cultivo, disminuyendo al máximo el número de personas trabajando en el mismo. Por lo tanto, sería razonable despreciar este cálculo ya que la ganancia será mínima.

Igualmente, a modo de ejemplo, se aplicará la fórmula considerando dos personas con jornada de 8 horas realizando un trabajo ligero a 24°C.

$$Q_P = 2 * 86 W = 172 W \approx 148 Kcal/h$$

Este personal puede generar aproximadamente 148 Kcal/h. El flujo de calor calculado será transmitido 8 horas por día y es un valor pequeño, de modo que, se despreciarán las ganancias de calor debida a la ocupación de personas.

Equipos y maquinaria

El calor aportado por el equipamiento será:

$$Q_E = \sum C_{S_i}$$

Donde C_s es el calor sensible desprendido por cada equipo o maquinaria, cuyo valor se encuentra disponible en el manual de cada uno.

De los equipos a utilizar, el único que emite valores considerables de calor es el generador de CO₂. El fabricante estima una potencia calorífica promedio de 2,64 KW.

$$Q_E = 2,64 \text{ KW} = 2.270 \text{ Kcal/h}$$

Iluminación

El flujo de calor generado por la iluminaria se calcula de la siguiente manera:

$$Q_I = N_{art} * w * (1 - \text{eficiencia})$$

Donde N_{art} es la cantidad de artefactos de iluminación que permanecen encendidos una misma cantidad de tiempo, w es la potencia de dichas luminarias expresada en **watt** y el término **1 - eficiencia** es el calor liberado por cada watt de consumo eléctrico, en la *Tabla 17* se muestra el calor generado según el tipo de lámpara. Si se quiere determinar el calor neto se deberá multiplicar esta expresión por el tiempo de funcionamiento.

Tabla 17

Porcentaje de energía disipado según tipo de lámpara.

Tipo de bombilla	% de energía en calor
Bombillas incandescentes	95%
Bombillas fluorescentes	40%
Tubos fluorescentes	20%
Bombillas halógenas	80%
Bombillas LED	20 – 50%

Para este cálculo solo se tendrá en cuenta el calor generado por las lámparas utilizadas exclusivamente para el cultivo, despreciando así el resto de la luminaria.

$$\text{Plántula y esquejes} \rightarrow Q_{I1} = 1 \text{ lámpara} * 115 \frac{\text{W}}{\text{lámpara}} * 0,2$$

$$Q_{I1} = 23 \text{ W} \approx 20 \text{ Kcal/h}$$

$$\text{Vegetación} \rightarrow Q_{I2} = 1 \text{ lámpara} * 614 \frac{\text{W}}{\text{lámpara}} * 0,2$$

$$Q_{I2} = 122,8 \text{ W} \approx 106 \text{ Kcal/h}$$

$$\text{Floración} \rightarrow Q_{I3} = 10 \text{ lámparas} * 614 \frac{\text{W}}{\text{lámpara}} * 0,2$$

$$Q_{I3} = 1.228 \text{ W} \approx 1056 \text{ Kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_I = Q_{I1} + Q_{I2} + Q_{I3} = 1.374 \text{ W} = 1182 \text{ Kcal/h}}$$

Las lámparas utilizadas para el cultivo aportarán aproximadamente 1182 kilocalorías por hora.

7.3.3.4. Planilla de resultados

Para facilitar la visualización de los resultados, se expresan los datos calculados anteriormente en la siguiente tabla.

Tabla 18

Pérdidas y ganancias de calor en el cuarto de cultivo

Parámetro y/o paredes	Superficie (m ²)	U (Kcal/h.m ² .°C)	T _i - T _e (°C)	Q (Kcal/h)
Laterales	65,2026	0,705	40	1.839
Anterior y Posterior	12,7370	0,704	40	359
Superior e inferior	56,5410	0,704	40	1.593
Pérdidas totales por conducción (Q_c)				3.800
Pérdidas totales por ventilación (Q_v)				2.870
Ganancia por personal (Q_p)				0
Ganancia por equipos y/o maquinarias (Q_E)				-2.270
Ganancia por iluminación (Q_I)				-1200
Total Balance Térmico Q_T = Q_c + Q_v - Q_p - Q_E - Q_I				3.200

Parámetro	T _{min} = -15 °C	T _{med} = 5,48 °C	T _{máx} = 23,50 °C
Q conducción	3.800 Kcal/h	1850 Kcal/h	144 Kcal/h
Q ventilación	2.870 Kcal/h	1.400 Kcal/h	108 Kcal/h
Equipos	-2.270 Kcal/h		
Iluminación	- 1200 Kcal/h		
Balance total sin equipos	6.670 Kcal/h	3.250 Kcal/h	252 Kcal/h
Balance total con equipos e iluminaria	3.200 Kcal/h	- 220 Kcal/h	-3,218 Kcal/h

Se puede observar que, si la temperatura exterior es de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras estén encendidas las lámparas y los equipos, se necesitarán 3.200 Kcal/h para mantener una temperatura de 25°C . En caso de que la iluminaria y el generador de CO_2 no estén en funcionamiento, se requerirán 6.670 Kcal/h .

Balance térmico cuarto de secado y almacenamiento

El cuarto de secado y almacenamiento deberá mantener una temperatura de 15 a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Al no poseer equipos ni iluminación LED, solamente se considerarán las pérdidas por conducción. El cálculo se realizará de la misma forma que para el cuarto de cultivo.

$$Q_c \text{ (secado y almacenamiento)} \approx 1.550 \text{ Kcal/h}$$

Si la temperatura exterior es de -15°C , para mantener a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ el cuarto de secado y almacenamiento se necesitará un equipo que aporte 1.550 Kcal/h .

Equipos

Para calefaccionar el invernadero se optará por la utilización de equipos de aire acondicionado, estos son cómodos, fáciles de instalar y programables. Además, son útiles para cuando se necesite refrigerar el ambiente por el calor de las lámparas y del generador de CO_2 .

Para el cuarto de cultivo se seleccionaron dos equipos, uno de 5.200 W y otro de 3.350 W . Para el cuarto de secado se optará por otro aire acondicionado de 3.350 W .

En épocas invernales los equipos funcionarán en modo calefacción. Mientras que, en verano, será necesario que refrigeren el ambiente debido al calor liberado por las lámparas y el generador. También se observa que para la temperatura media de Río Grande ($5,48\text{ }^{\circ}\text{C}$), no será estrictamente necesario el aire acondicionado, ya que, las 220 Kcal/h de diferencia tendrán poca influencia en la temperatura del ambiente.

7.3.4. Humedad

La humedad es uno de los factores climáticos más importantes para el desarrollo de las plantas. Los productores a menudo miden y monitorean la humedad relativa o el déficit de presión de vapor.

Como las plantas siempre están transpirando, incluso en entornos hidropónicos, la humedad aumenta constantemente. Cuando no se controla, esta inevitablemente alcanzará el 100 %, lo que puede provocar enfermedades y brotes de moho que llegarían a arruinar toda la cosecha.

Como se detalló en el estudio técnico, cada etapa tiene sus valores óptimos de humedad ambiental. Entonces, con el fin de regular la humedad relativa del ambiente, dispondremos de un deshumidificador, siendo el único método seguro para su control.

Igualmente, el generador de CO₂ por combustión liberará aire seco, por lo tanto, también se colocará un sistema de nebulización por seguridad. Estos pulverizadores de agua esparcen gotas por todo el ambiente, generando una niebla cuando las mismas se evaporan y aumentando la humedad relativa.

7.4. AUTOMATIZACIÓN

La automatización se puede aplicar en entornos de cultivo para que sean controlados en una parte o de forma completa por la tecnología. Esto reduce o elimina directamente la necesidad de la mano de obra por parte del cultivador. Aunque seguirá siendo necesario que operadores vigilen y modifiquen muchos factores a lo largo de todo el ciclo para asegurar la mejor calidad y cantidad de las cosechas. La automatización por medio de un software aumenta la eficiencia y calidad del proceso, ya que permite solucionar los problemas en menor tiempo.

7.4.1. Programación de la tarjeta de desarrollo Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basado en hardware y software. Arduino puede interpretar el entorno mediante la recepción de sus entradas desde una variedad de sensores y puede afectar su entorno mediante el control de transductores, luces, motores y otros artefactos. El Microcontrolador de la placa se programa usando el “Arduino Programming Language” (basado en Wiring1).

La tarjeta de desarrollo Arduino tiene su propio entorno de desarrollo llamado “IDE”, el cual trabaja con un lenguaje de básico de programación como el de C++. La placa Arduino está conectada a una computadora a través de USB, donde se comunica con el entorno de desarrollo Arduino (IDE). Se escribe el código Arduino en el IDE, luego se carga en el microcontrolador que ejecuta el código, pudiendo interactuar con los sensores.

7.4.2. Selección de sensores y actuadores

Las variables que afectan principalmente el crecimiento de las plantas son las siguientes: temperatura, humedad, CO₂, iluminación, pH y conductividad eléctrica.

Las mediciones de estas variables son administradas por un sistema principal de control (Arduino UNO), el cual a su vez controla diferentes subsistemas. Estos subsistemas están compuestos por sensores electrónicos, actuadores mecánicos (por ejemplo, bombas de agua) y eléctricos (conjunto de luminarias led, electroválvulas, etc.), que preservan las condiciones predeterminadas del ambiente. Los subsistemas son: solución nutritiva, sistema de iluminación, sistema térmico, sistema atmosférico y sistema de control de nivel.

Para la selección de los sensores se debe tener en cuenta que tengan características compatibles con la plataforma ARDUINO.

7.4.2.1. Subsistema de solución nutritiva

El subsistema de la solución nutritiva controlará el pH y la conductividad eléctrica, estará compuesto por un sensor de pH y uno de electroconductividad, tanques de almacenamiento de soluciones ácidas o básicas según corresponda y otro tanque de agua con $E_c=0$.

Los sensores realizan mediciones directas en la solución nutritiva. Si el pH se encuentra dentro del rango establecido en el sistema programado, el mismo no realiza ninguna maniobra correctiva. Por el contrario, si el pH se encuentra por debajo o por encima del rango, el controlador ARDUINO activa una válvula que dejará caer la solución correctora de pH (si es mayor al valor requerido se utiliza una solución ácida para disminuirlo, en caso contrario se usa una alcalina). Para la conductividad eléctrica el funcionamiento es el mismo, dejando caer en este caso agua con un valor de EC igual a 0, buscando disminuir la cantidad de sales en agua disolviéndolas en mayor volumen de la misma.

Para este caso no se tendrá en cuenta la temperatura, ya que se presume que estará en equilibrio con el ambiente, siendo esta la ideal. Igualmente, a futuro se puede pensar esta opción para tener un mayor control de las variables involucradas en el proceso, por ejemplo, en el caso de enfriarse podría activarse una resistencia eléctrica para calentar la solución.

7.4.2.2. Subsistema de iluminación

El sistema de iluminación se encarga de tomar mediciones constantes de la radiación electromagnética que incide en el cultivo, con el fin de comparar el valor medido con el valor establecido en el programa. Para esto, mediante programación se establece que, si a la planta le hacen falta lúmenes o si está recibiendo mucha iluminación, se prenden o se apagan algunas luces LED según corresponda.

El sensor seleccionado, TSL2560, es un convertidor digital que procesa la información en base a la cantidad de luz percibida. Cada dispositivo tiene un fotodiodo de banda ancha que contempla luz visible e infrarroja.

7.4.2.3. Subsistema térmico

El sistema térmico se encarga de recolectar información a través de la medición de temperatura en el invernadero. Está conformado por el sensor LM35 y por los equipos de calefacción seleccionados. El sensor analógico varía su voltaje de acuerdo con la temperatura, esto se puede transformar a valores digitales por medio de conversores de la tarjeta ARDUINO. Entonces, si existe diferencia entre la temperatura ambiental y los valores óptimos programados, se encenderán los equipos de aire acondicionado a la temperatura deseada hasta que los valores vuelvan a estar en el rango adecuado.

7.4.2.4. Subsistema atmosférico

Las concentraciones de gases y vapores presentes en el aire influyen en el crecimiento de la planta. Las variables a controlar principalmente son las de humedad y CO₂. El HIH-4030/31 Series es un sensor de humedad de circuito integrado cubierto y que viene equipado con un filtro hidrofóbico que permite su uso en entornos de condensación. HIH-4030/31 medirá los valores de humedad relativa del ambiente y a través del programa desarrollado se activará o desactivará el deshumidificador o los nebulizadores según lo requerido. Para este caso, el extractor de aire juega un papel importante, permitiendo regular con mayor facilidad la humedad.

Por otro lado, a través del sensor de CO₂, MQ-135, el programa podrá accionar la válvula que abre el sistema de inyección de CO₂. Este sistema consiste en instalar un generador de CO₂ con gas natural que produce dióxido de carbono y que lo va liberando en el ambiente de forma controlada.

7.4.2.5. Subsistema de control de nivel

El invernadero contará con un sistema de control de nivel, el cuál evitará que la bomba se accione si el tanque de solución de nutritiva está a punto de vaciarse, con el fin de prevenir que la bomba trabaje en vacío y sufra daños irreparables. El sistema está compuesto de un circuito integrado ULN2803, el cual se encarga de realizar la medición del nivel, y por medio del código de programación se puede fijar que la bomba no sea encendida. Además de alargar la vida útil de la bomba, medir el nivel de los tanques de solución nutritiva sirve para determinar si las plantas están recibiendo la cantidad correcta de agua y nutrientes, ya que, si esto no ocurre, pueden secarse y morir rápidamente.

En primera instancia se considerarán estas variables para la automatización, pero, a través de la constante mejora continua, se tratará de hacer énfasis en este apartado y así automatizar una cantidad de parámetros más específicos en función de nuevas tecnologías que se pueden ir implementando con el paso del tiempo.

Cabe mencionar que para la instalación del software, sensores y componentes de Arduino se contratará personal tercerizado calificado.

7.4.3. Sala de control

La sala de control donde se registrarán y monitorearán las magnitudes vitales del crecimiento de las plantas se encontrará ubicada dentro del recinto de cultivo. En esta sala estarán ubicados los controladores programables y una computadora con interfaz gráfica, en la que se podrá visualizar gráficos de variables, registro y almacenamiento de performance, programación de secuencias de iluminación, riego, etc.

Los controladores poseen conexión wifi y una plataforma en la nube para monitoreo remoto, permitiendo el acceso al sistema de control desde laptops, teléfonos, etc., desde

cualquier lugar del mundo. En las siguientes figuras se muestran ejemplos de la visualización del sistema de control con las magnitudes más importantes en el cultivo de cannabis.

Figura 26

Visualización climática Sistema de Control

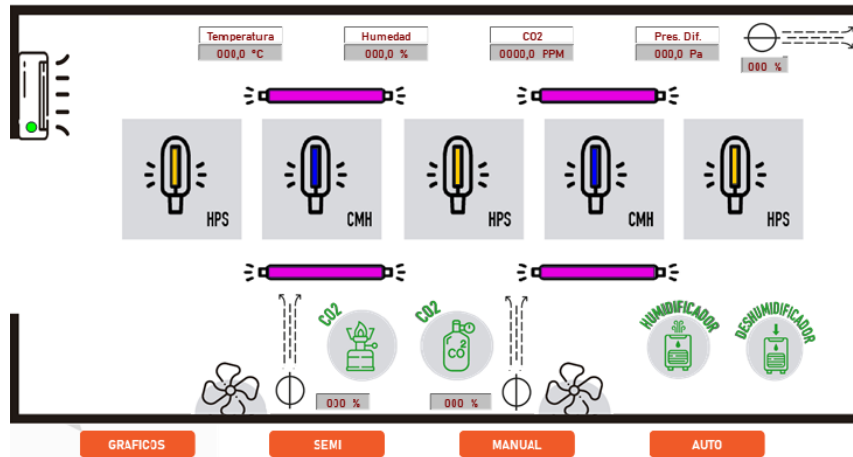


Figura 27

Visualización de ventilación Sistema de Control

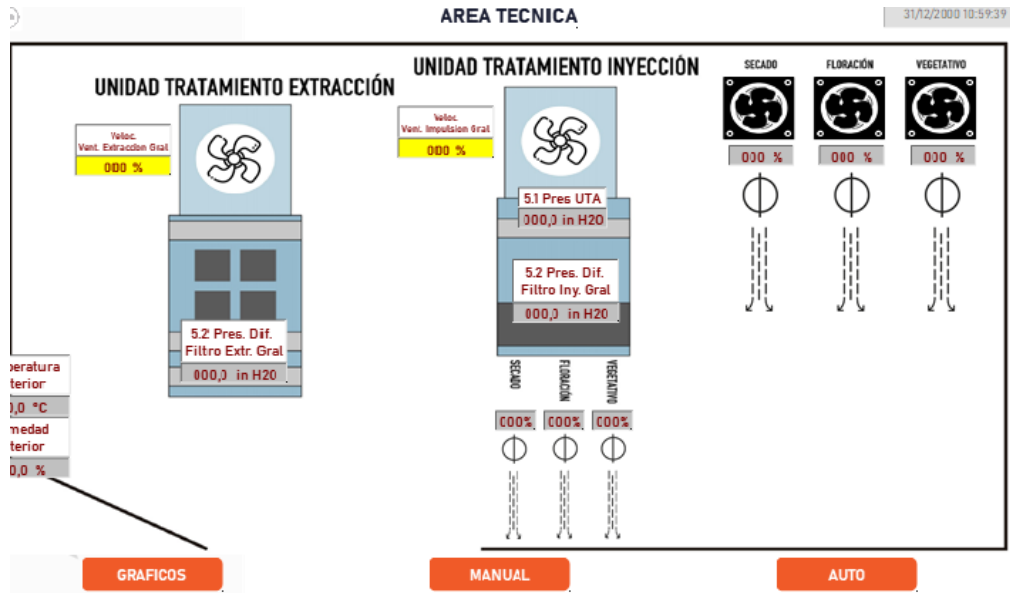
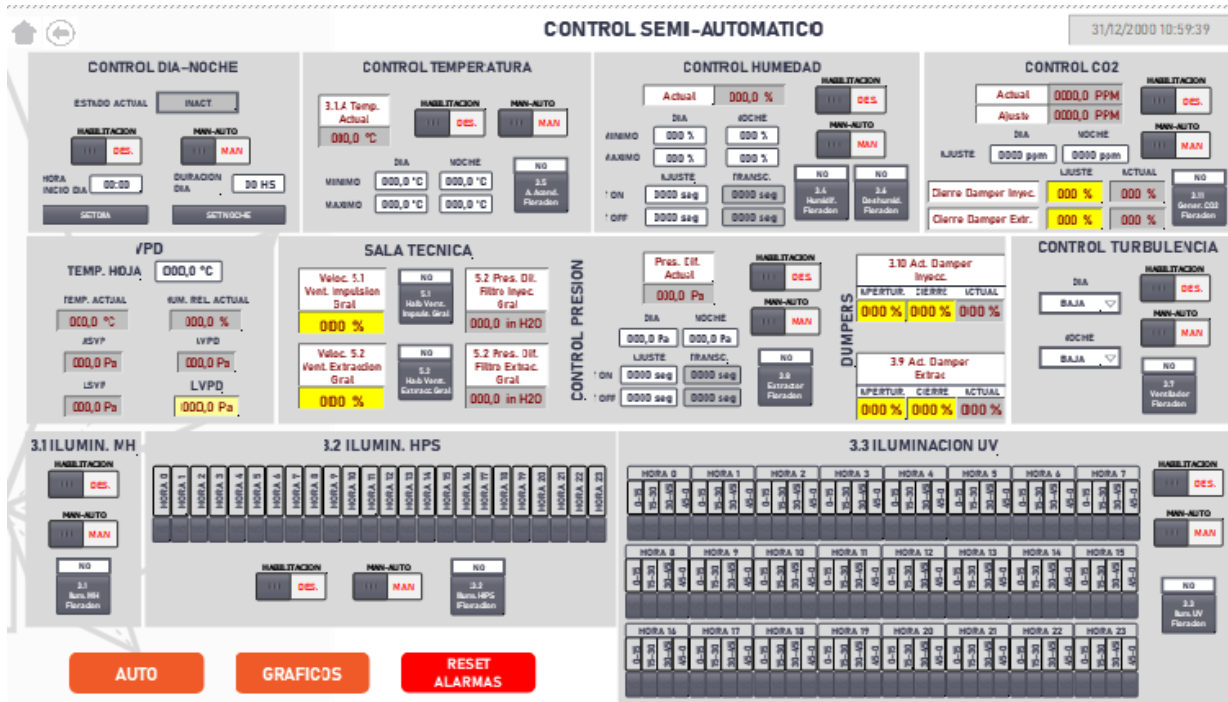


Figura 28

Visualización completa Sistema de Control



7.5. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

RECINTO DE CULTIVO

Como se mencionó, se utilizarán dos contenedores marítimos, uno de 40 pies (germinación a floración) y otro de 20 pies (secado y almacenamiento).

Características:

- 1) Container x 40'HC (12 mts Largo x 2,50 mts Ancho x 2,90 mts Alto, Peso: 3,9TN).
- 2) Container x 20'DV (6 mts Largo x 2,50 mts Ancho x 2,60 mts Alto, Peso 2,7TN).

SISTEMA HIDROPÓNICO

El sistema de cultivo hidropónico será construido por el personal calificado, a partir del equipamiento necesario adquirido.

SISTEMA DE VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta el volumen a renovar por hora calculado y considerando la utilidad de filtros de carbono, se seleccionará un extractor de aire tipo turbina doble de 4 pulgadas, el cual viene integrado con 2 filtros anti olor. El equipo cuenta con las siguientes características:

- 2 filtros de carbón activado anti olores recargables y desmontables, de máxima calidad y doble malla filtrante en su interior. Salida de 4 pulgadas. Medidas de 16 cm x 17 cm.
- Consumo: 155 W
- Conexión 220 V y 2800 rpm
- Caudal de extracción máximo: 1200 m³/h



Este extractor absorbe el aire a través de 2 bocas de 4 pulgadas cada una, y lo expulsa por una boca del mismo diámetro, renovando el aire y permitiendo a su vez un mejor control de la humedad del ambiente.

Para el ingreso de aire asegurado, el **intractor** escogido cuenta con las siguientes características:

- Consumo: 50 W
- Conexión 220 V
- Caudal de extracción máximo: 320 m³/h
- Diámetro de las aspas: 150 mm



Con respecto a la circulación del aire, para la etapa de desarrollo de plántula y esquejes se adquirirá solamente un ventilador, para vegetación serán 3, y, para la fase floración se utilizarán 12 ventiladores en total, 6 en cada unidad.

El aparato seleccionado es un ventilador de 25 cm de diámetro, con 3 paletas de aluminio 3 en 1. Es de 65 watts y cuenta con 3 niveles de potencia. Puede ser de pie, de mesa o de pared, con 9 niveles de altura. Contiene función oscilante.



SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En base a los lúmenes calculados y al rendimiento luminoso de cada luz del panel se optó por la selección de los siguientes artefactos:

Desarrollo de plántulas y esquejes

Para esta etapa se dispondrá de un panel de 100 W, que cuenta con las siguientes características:

- Consumo eléctrico: 115 W
- Alimentación: 220 V 50 Hz
- Vida útil: >50.000 horas
- Dimensiones: 12 cm x 9,5 cm x 7,5 cm
- Peso: 2,7 kg.



Crecimiento vegetativo

Para la fase de vegetación se optará por un panel de 600 W, que cuenta con las siguientes características:

- Consumo eléctrico: 614 W
- Alimentación: 220 V 50 Hz
- Vida útil: >50.000 horas
- Dimensiones: 43 cm x 16 cm x 19 cm
- Peso: 5 kg



Floración

En este caso, para cubrir las necesidades de iluminación de la fase de floración se seleccionarán 5 paneles LED de 600W por cada unidad de floración. Es decir, en total serán 10 paneles de 600 W. El dispositivo es el mismo que el de la etapa de vegetación.

SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Para asegurar una temperatura adecuada dentro del cuarto de cultivo, se seleccionaron los siguientes equipos de aire acondicionado:

Aire acondicionado 5200 W

- Marca y modelo: Philco PHS50HA4BN

- Potencia de refrigeración (W) y frigorías: 5.200 W – 4.386 Kcal/h
- Potencia de calefacción (W) y calorías: 5.000 W – 4.300 Kcal/h
- Medidas unidad interior y peso: 31,5(cm) x 96(cm) x 23,5(cm); 12,5 Kg
- Medidas unidad exterior y peso: 63(cm) x 94(cm) x 38,5(cm); 40,5 Kg
- Consumo en frío/calor: 1.590 W/ 1.465 W

Aire acondicionado 3350 W

- Marca y modelo: Philco PHS32HA3AN
- Potencia de refrigeración (W) y frigorías: 3.350 W – 2.881 Kcal/h
- Potencia de calefacción (W) y calorías: 3.350 W – 2.881 Kcal/h
- Medidas unidad interior y peso: 29,7(cm) x 80,2(cm) x 18,9(cm); 9,1 Kg
- Medidas unidad exterior y peso: 49,5(cm) x 72(cm) x 27(cm); 28,7 Kg
- Consumo en frío/calor: 1.008 W/ 948 W

SISTEMA DE HUMEDAD

El deshumidificador seleccionado es de la marca Orbegozo, modelo DH-1250, el cual cuenta con las siguientes características:

- Deshumidificación 12 L/día
- Nivel sonoro: 40 dB
- Consumo eléctrico: 265 W
- Ajuste de humedad: 40%, 50%, 60% y continuo.
- Área de aplicación: 40 m²
- Conexión para desagüe
- Dimensiones: 30,4cm x 19,4cm x 50,5cm



Los nebulizadores seleccionados tienen los siguientes detalles:

- 4 boquillas
- Caudal máximo: 30 L/min
- Presión: 1,5 bar
- Aplicación: 1 nebulizador / 5 m³
- Tamaño: 70mm



GENERACIÓN DE CO₂

El generador de dióxido de carbono presenta las siguientes características:

- Potencia precisada: 2,64 KW
- Combustible: propano o gas natural
- Caudal máximo de CO₂: 3,1m³/h para habitaciones de hasta 103m³
- Medidas: 47,8 cm x 27,5 cm x 55,6 cm.
- Peso: 11 Kg.



8. ESTUDIO AMBIENTAL

En el presente capítulo, se desarrollará la evaluación de impacto ambiental a partir de algunos indicadores. Luego, se determinarán las acciones de gestión ambiental requeridas para llevar a cabo las actividades contempladas en el cultivo de cannabis medicinal.

Con la realización del estudio ambiental se busca identificar, cuantificar y valorar los diferentes impactos del proyecto, tanto en el corto plazo como en el largo plazo, sobre el entorno.

8.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el instrumento preventivo por excelencia aplicable a las acciones humanas antes de que ellas sean ejecutadas. La misma se puede utilizar para la valoración de impactos de nuevos planes, proyectos o actividades. El objetivo de la EIA es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente.

8.1.1. Matriz de Leopold

Se establecerá como una herramienta de evaluación de impacto ambiental la Matriz de Leopold. El sistema es un método cualitativo que se basa en una matriz que cuenta con una serie de entradas en forma de columnas que representan acciones que el ser humano puede llevar a cabo y que alterarían el medio ambiente. Las entradas de las filas de la matriz albergan las características del medio o factores ambientales que podrían ser alterados. Cuando se presume que una acción determinada va provocar un cambio en un factor ambiental, este se apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe además su magnitud e importancia.

Magnitud: según el número del 1 a 10, en el que 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 la mínima.

Importancia (ponderación): establece el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos de un signo positivo (+) o negativo (-), según se trate de efectos en provecho o desmedro del medio ambiente.

La forma como cada acción propuesta afecta a los parámetros ambientales analizados, se puede visualizar a través de los promedios positivos y promedios negativos para cada columna y fila de la matriz.

Las operaciones consideradas que afectan al ambiente son:

- **Puesta a punto:** se refiere al traslado de los contenedores hacia el respectivo terreno a utilizar y al equipamiento de los mismos.
- **Etapas de crecimiento:** exclusivamente el cultivo, desde germinación hasta la floración.
- **Cosecha:** desde la recolección de las flores hasta su envasado y almacenamiento.
- **Consumo eléctrico y de gas natural:** energías consumidas debido a las luces del cultivo, calefacción, etc.
- **Generación de residuos sólidos y líquidos:** desechos generados, el principal residuo es la solución nutritiva que se regenera cada 1 semana, siendo desechada como aguas residuales.

Figura 29

Matriz de Leopold

Factores ambientales		Acciones		Operaciones										Suma			Promedio						
				Puesta a punto		Etapas de Crecimiento		Cosecha		Consumo eléctrico y de gas natural		Generación de residuos sólidos y líquidos		Positivo	Negativo	General	Positivos		Negativos		General		
				M	I	M	I	M	I	M	I	M	I				M	I	M	I		M	I
Medio Físico	Ambiente	Suelo	M	I	-3	3							-4	6	0	-7/2	-7/2	0	0	-3,5	4,5	-3,5	4,5
		Ruido	M	I	-2	1	-4	3							0	-6/2	-6/2	0	0	-3	2	-3	2
		Calidad del aire	M	I			-2	3	-2	1			-5	6	0	-10/4	-10/4	0	0	-2,5	4	-2,5	4
	Agua	Calidad del agua	M	I									-5	6	0	16/4	16/4	0	0	-5	6	-5	6
Medio biológico	Flora	Vegetación natural	M	I	-2	3					-2	6	0	-6/3	-6/3	0	0	-2	4	-2	4		
	Fauna	Habitat y diversidad	M	I	-1	3					-2	6	0	-7/3	-7/3	0	0	-2,3	4,3	-2,3	4,3		
Medio socio eco	Población	Empleo	M	I	3	1	4	3	4	1	3	6	2	6	16/5	0	16/5	3,2	3	0	3,2	3,4	
		Seguridad, salud e higiene	M	I	-1	1			-1	1	-2	6	-4	6	0	-8/4	-8/4	0	0	-2,0	3,5	-2,0	3,5
	Economía	Ingresos economía local	M	I	3	1	3	2			4	6		6	10/3	0	10/3	3,3	3	0	3,3	3,3	
Suma	Positivos	M I	6/2	2/2	7/2	5/2	4/1	1/1	7/2	12/2	2/1	6/1	26/8	26/8									
	Negativos	M I	-9/5	11/5	-6/2	6/2	-3/2	2/2	-11/4	22/4	-20/6	33/6			-43/19	74/19							
	General	M I	-3/7	13/7	1/4	11/2	1/3	3/3	-4/6	34/6	-18/7	39/7					-23/27	100/27					
Promedios	Positivos	M I	3,0	1,0	3,5	2,5	4,0	1,0	3,5	6,0	2,0	6,0						3,3	3				
	Negativos	M I	-1,8	2,2	-3,0	3,0	-1,5	1,0	-2,8	5,5	-3,3	5,5							-2,6	3,9			
	General	M I	-0,4	1,9	0,3	5,5	0,3	1,0	-0,7	5,7	-2,6	5,6								-0,9		3,7	

Impactos negativos

En orden jerárquico de afectación se obtuvieron los siguientes impactos negativos:

- **Calidad del aire:** obtuvo una valoración de (-) 10 y 4 afecciones negativas, la más relevante es debida al consumo de energía eléctrica y de gas natural, que al ser grandes fuentes generadoras de gases de efecto invernadero contaminan la atmósfera. En menor medida, las operaciones dedicadas exclusivamente al cultivo también contaminan el aire por la generación de fuertes olores, y, además, el aire se ve afectado por los desechos líquidos y sólidos generados.
- **Seguridad, salud e higiene:** obtuvo una valoración de (-) 8 y 4 afecciones negativas. Obviamente, la operación con mayor impacto negativo en la salud de la población es la generación de residuos. El consumo energético también ocasiona problema de salud e higiene en la población, debido a la producción de gases de efecto invernadero. La cosecha y la puesta a punto puede ocasionar algún accidente en los operadores, pero, en medidas muy bajas.
- **Suelo:** obtuvo una valoración de (-) 7 y 3 afecciones negativas. Los principales factores de contaminación del suelo será la generación de residuos sólidos (relleno sanitario) y la puesta a punto (debida a la ocupación de suelo).
- **Fauna:** obtuvo una valoración de (-) 7 y 3 afecciones negativas. La generación de residuos es bastante problemática para la fauna local, afectando el ecosistema y sus condiciones de vida. En menor medida también afectan a la fauna el consumo energético y la puesta a punto del proyecto.
- **Flora:** obtuvo una valoración de (-) 6 y 3 afecciones negativas. Al igual que el caso de la fauna, las principales influencias son la generación de residuos, el consumo energético y la puesta a punto.

- **Calidad del agua:** obtuvo una valoración de (-) 5 y 1 afección negativa. La única fuente de contaminación de agua en el proyecto es la generación de residuos sólidos y líquidos, principalmente, la solución nutritiva al contener grandes cantidades de N y P. Si la solución no es tratada correctamente en la depuradora, puede contaminar el mar en su destino final. Los residuos sólidos pueden llegar a afectar las napas subterráneas en el relleno sanitario, fundamentalmente si se generan lixiviados.
- **Ruido:** obtuvo una valoración de (-) 5 y 2 afecciones negativas. La principal generación de ruido se presenta en el cultivo, debido a los ventiladores y al extractor doble turbina. La puesta a punto también generará ruido, pero, de manera temporal.

Impactos positivos

En orden jerárquico de afectación se obtuvieron los siguientes impactos positivos:

- **Empleo:** obtuvo una valoración de (+) 16 y 5 afecciones positivas. La principal fuente de empleo son las operaciones dedicadas al cultivo y cosecha del producto. En segundo orden, la puesta a punto, los consumos energéticos y la generación de residuos también influyen positivamente en el empleo de la población.
- **Ingresos economía local:** obtuvo una valoración de (+) 10 y 3 afecciones positivas. Los gastos asociados a los consumos de energía se traducen en ingresos para la ciudad, al igual que la puesta a punto del proyecto. Además, los insumos necesarios para el cultivo serán adquiridos en la ciudad, generando ingresos para distintas empresas o emprendimientos.

8.1.2. Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)

El Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) es el grado de potencialidad de producir un daño ambiental propio de una actividad o establecimiento determinado.

Una vez calculado el NCA, si su valor es igual o mayor que 14,5 puntos (Resolución MAyDS N° 481/11) corresponde la contratación de un seguro ambiental.

El NCA se calcula a partir de la siguiente ecuación polinómica:

$$NCA_{(inicial)} = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

a) Rubro (Ru): Se determina a partir de la Clasificación Internacional de Actividades (CIU Revisión 3, apertura a 6 dígitos), la cual prevé tres grupos.

Grupos	Valor	Justificación	Valor adoptado
Grupo 1	1	S/Resolución SAyDS N° 1639/07 – Anexo I – ítem	5
Grupo 2	5	12.13 – CIU 242390 - Fabricación de productos de laboratorio, sustancias químicas medicinales y	
Grupo 3	10	productos botánicos n.c.p. – Grupo 2	

b) Efluentes y residuos: La calidad (y en algún caso cantidad) de los efluentes y residuos que genere el establecimiento se clasifican como de tipo 0, 1, 2, 3 o 4.

Tipos	Valor	Justificación	Valor adoptado
Tipo 0	0	Líquidos: agua de proceso con aditivos y agua de lavado que no contengan residuos peligrosos o que	1
Tipo 1	1	no pudiesen generar residuos peligrosos.	
Tipo 2	3	Provenientes de plantas de tratamiento en	
Tipo 3	4	condiciones óptimas de funcionamiento	
Tipo 4	6		

c) Riesgo (Ri): se tendrán en cuenta los riesgos específicos de la actividad, que puedan afectar a la población o al medio ambiente circundante, asignando 1 punto por cada uno.

Riesgo	Puntaje	Justificación	Valor adoptado
Por aparatos a presión	1	Se considera que existirá riesgo de incendio debido a las instalaciones eléctricas	1
Acústico	1		
Sustancias químicas	1		
Explosión	1		
Incendio	1		

d) Dimensionamiento (Di): la dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la relación de superficie cubierta y total.

Parámetros	Valor	Justificación	Valor adoptado
Personal			
Hasta 15 personas	0	Se contará con un personal menor a 15 personas	0
Desde 16 a 50 personas	1		
Desde 51 a 150 personas	2		
Desde 151 a 500 personas	3		
Mayor a 500 personas	4		
Potencia			
Hasta 25 HP	0	La potencia total es menor a 25 HP	0
Desde 26 a 100 HP	1		
Desde 101 a 500 HP	2		
Mayor a 500 HP	3		
Relación de superficie			
Hasta 0,20	0	No corresponde	0
Desde 0,21 a 0,50	1		
Desde 0,51 a 0,80	2		
Desde 0,81 a 1	3		

e) **Localización (Lo):** La localización del establecimiento, tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

Parámetros	Valor	Justificación	Valor adoptado
Zona			
Parque industrial	0	Será de aplicación en cualquier zona de la ciudad	2
Industrial exclusiva y rural	1		
Resto de las zonas	2		
Infraestructura	Valor	Justificación	Valor adoptado
Carencia red de agua	0,5	Posee red de agua potable	0
Carencia red de cloacas	0,5	Posee red de cloacas	0
Carencia red de gas	0,5	Posee red de gas	0
Carencia red de luz	0,5	Posee red de luz	0

$$NCA_{(inicial)} = 5 + 1 + 1 + 0 + 2 = 9$$

Factores de ajuste

Al NCA obtenido anteriormente se le adiciona un valor por AjSP y se le resta un valor por AjSGA según el siguiente detalle:

$$NCA_{(final)} = NCA_{(inicial)} + AjSP - AjSGA$$

AjSP: Ajuste por manejo de sustancias particularmente riesgosas en determinadas cantidades. Aplicable a actividades industriales y de servicios que verifiquen el manejo de las sustancias y en cantidades que superen los umbrales indicados en el Apéndice del ANEXO II de la Resolución 1639/2007. Si correspondiera toma el valor 2 (dos).

Para el presente proyecto, no se manejarán sustancias de este tipo. Por lo tanto, el valor adoptado de AjSP es cero (0).

AjSGA: Ajuste por demostración de un sistema de gestión ambiental establecido, Valor = 4 (cuatro). Aplicable a aquellas organizaciones que cuenten con una certificación vigente de

sistema de gestión ambiental, otorgada por un organismo independiente debidamente acreditado y autorizado para ello.

Inicialmente, no se contará con ninguna certificación de sistema de gestión ambiental. Por lo tanto, el valor adoptado de AjSGA es cero (0).

$$NCA_{(final)} = 9$$

El Nivel de Complejidad Ambiental del proyecto es igual a 9. Por lo tanto, al ser menor que 14,5 puntos, no correspondería la contratación de un seguro ambiental.

De acuerdo al análisis realizado se puede observar que el proyecto pertenece a la primera categoría (hasta 11 puntos inclusive).

Primera categoría: considerados inocuos porque no constituyen un riesgo o molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni generan daños a sus bienes materiales y al medio ambiente.

8.1.3. Huella de carbono

La huella de carbono es un indicador ambiental, que tiene como finalidad denotar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de manera directa o indirecta por una persona, producto, empresa u organización. Se mide en masa de CO₂ equivalente (CO₂e o CO₂eq).

Los principales gases de efecto invernadero son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Sin embargo, el CO₂ es el GEI que influye en mayor medida al calentamiento del planeta, y es por ello que las emisiones de GEI se miden en función de este gas.

Para el cálculo de la huella de carbono existen diversas normas y guías de referencia internacionales. Algunas son la Norma ISO 14064-1:2006, GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol), el método Bilan Carbone® y PAS 2050:2011; estas herramientas tienen como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los informes de emisión de GEI.

Por lo general las metodologías presentan una lógica de cálculo similar, en la que tienen en cuenta los flujos físicos de las actividades cotidianas (flujos de personas, objetos y energía) para determinar las emisiones de GEI que tales actividades generan, en un determinado alcance temporal y espacial.

Según la norma PAS 2050:2011, el proceso para estimar la Huella de Carbono, se divide en cuatro pasos: *Alcance de la Medición; Recolección de Datos; Cálculo; Resultados y Oportunidad de Reducción.*

Las actividades emisoras que se tendrán en cuenta son:

ALCANCE 1	Desplazamiento en vehículos
	Consumo de combustibles fósiles
	Fuga de los equipos de climatización y/o refrigeración
ALCANCE 2	Consumo eléctrico

Para proceder con el cálculo, será necesario contar con los datos de consumo de energía eléctrica, de gas natural y de combustibles. Además, se deberá conocer los factores de emisión (FE), que son aquellos que convierten los datos de consumo energético en emisiones de Gases de Efecto Invernadero, traducidas en kg o tn de CO₂ equivalente.

Tabla 19

Factores de emisión de CO₂

Fuente energética	Factor de Emisión	Unidad	Fuente bibliográfica
Energía eléctrica	0,486	KgCO ₂ eq/KWh	Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

Nafta	2,37	KgCO ₂ eq/litro	En base a la Metodología del IPCC 2006. La Huella de Carbono del Argentino Promedio; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2008
Gasoil	2,77	KgCO ₂ eq/litro	
Gas natural	1,95	KgCO ₂ eq/litro	
	0,210	KgCO ₂ eq/KWh	

El cálculo de la huella de carbono se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad (DA)} * \text{Factor Emisión (FE)}$$

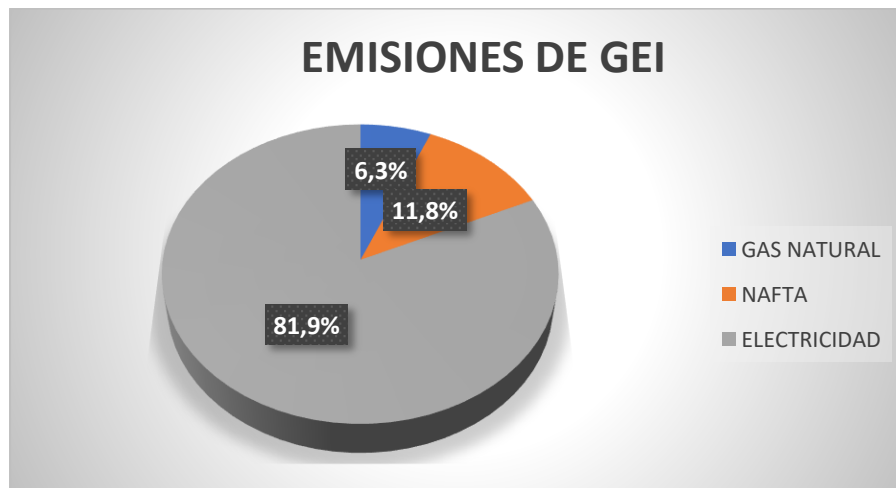
Considerando un período de un año, los resultados se reflejan en el siguiente cuadro:

ALCANCE	FUENTE	CIFRA	UNIDAD	FACTOR DE EMISIÓN (FE)	EMISIONES (Kg CO ₂) / año
ALCANCE 1	Gas natural	12.065	KWh	0,21	2.535
	Nafta	2000	Litros	2,37	4.740
ALCANCE 2	Electricidad	67.605	KWh	0,486	32.856
TOTAL EMISIONES ALCANCE 1+2					40.131

La huella de carbono del presente proyecto es de 40.131 Kg CO₂ por año. Considerando la producción esperada, se generan aproximadamente 1,81 toneladas de CO₂ por kilogramo de flor seca. Se observa que la principal emisión de GEI es debida al consumo eléctrico.

Figura 30

Emisiones de GEI



8.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SEGUIMIENTO

Para el cultivo se proponen las siguientes medidas ambientales como alternativas:

- **Manejos de residuos sólidos (bolsas y envases)**

Corresponde a la contaminación provocada por residuos sólidos, especialmente por bolsas y envases plásticos las cuales son dejadas en cualquier lugar y sin ningún control, estas afectaciones se presentan sobre todo en el desarrollo del cultivo y en el manejo de plagas y enfermedades.

- **Uso eficiente del agua y contaminación**

En la agricultura es primordial el uso eficiente del agua y en el cultivo de cannabis no es la excepción, ya que la planta durante su crecimiento necesita agua para lograr un buen desarrollo, por lo tanto, se deben planear estrategias de ahorro de agua y de eficiente uso. Además, es importante valorar el uso correcto de productos químicos cerca de las fuentes de agua, ya que representa una alta probabilidad de contaminación de las fuentes hídricas cercanas.

- **Control de las emisiones de la atmósfera**

Muchas veces, por desconocimiento o falta de cultura, en los cultivos se pueden presentar quemas de desechos orgánicos como inorgánicos (empaques, bolsas, etc.).

En la **tabla 20** se presentan las medidas propuestas para prevenir, corregir y mitigar estos impactos ambientales expresados en la matriz de Leopold.

Con respecto a la contaminación atmosférica por las emisiones de gases de efecto invernadero, se considerarán las siguientes propuestas:

- **Gas natural:** al utilizar solamente gas natural para el generador de CO₂, el valor generado es mínimo y no influye de gran manera en las emisiones. Es decir, el caudal utilizado de gas es bastante menor al usado en una vivienda común de la provincia.
- **Transporte:** una posible alternativa para disminuir el consumo de combustible debido al transporte es adquirir la mayoría de insumos y materiales necesarios en la ciudad o en la provincia. De esta manera, se reducirán los envíos por transporte, siendo estos la principal fuente de consumo de combustible en el proyecto.
- **Electricidad:** para disminuir la huella de carbono por consumo eléctrico, se recomienda la utilización de energías renovables, evitando de esta manera la combustión de gases. Con respecto a la disminución del consumo, se considera que los únicos artefactos que permiten reducir su uso sin afectar la producción son los ventiladores y el extractor. Se puede pensar en, por la noche, extraer y ventilar el aire cada cierto tiempo (30 min) y no constantemente. Otra alternativa propuesta es instalar sistemas de control de ocupación que permitan la conexión y desconexión de la iluminación en caso de no ser necesaria. Cabe destacar que en la propuesta del proyecto se consideraron lámparas LED de bajo consumo, y, aun así, constituyen la mayor utilización de energía en el proceso.

Observando el **Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)**, tal como dice la reglamentación, se concluye que el proyecto no constituye un riesgo ni molestia a la seguridad, salubridad o higiene de la población, ni genera daños al medio ambiente.

Con respecto a la **Huella de Carbono**, algunas informaciones estiman que, para la producción masiva de cannabis, el CO₂ generado se encuentra entre 2,2 y 5,1 toneladas de CO₂ por kilo de flor seca, al ser en este cultivo la huella de carbono de 1,81 toneladas por kilo, se concluye que el número de CO₂ emitido se encuentra en valores adecuados.

Tabla 20

Medidas de prevención, corrección y mitigación de impactos ambientales

Componente	Medidas de prevención	Medidas de corrección	Medidas de mitigación
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BOLSAS Y ENVASES)	<ul style="list-style-type: none"> > Diseño de un programa de reciclaje y de disposición final de empaques y envases de productos agrícolas. > Capacitación al personal en el manejo adecuado de residuos sólidos y en la no utilización de estos envases como medios de almacenamiento de otros productos o alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> > Ejecutar un programa de reciclaje, el cual incluye la recolección manual y una adecuada disposición de las bolsas plásticas y envases de químicos con el fin de facilitar su disposición. 	
USO EFICIENTE DEL AGUA Y CONTAMINACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> > Capacitar al personal en la aplicación de agroquímicos, dirigida a impedir el contacto de ellos con las fuentes de agua. > No aplicar agroquímicos en cercanía de fuentes de agua, para evitar una posible contaminación. > Selección adecuada del sistema de riego. > Control adecuado del recurso hídrico. > Implementar sistemas de captación de agua que tome el caudal estrictamente requerido en forma continua. 	<ul style="list-style-type: none"> > Evaluar constantemente las aplicaciones de los agroquímicos. > Evaluar las medidas de seguridad en las aplicaciones. > Capacitar al personal en el uso adecuado y racional del recurso hídrico. > Evaluar el uso del sistema de riego > Protección de nacimientos y fuentes de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> > Recolección y almacenamiento de agua de lluvia: se recomienda captar, conducir y almacenar agua de lluvia por ser un recurso que contribuye a disminuir los consumos de agua subterránea y/o superficial.

<p>CONTROL DE LAS EMISIONES DE LA ATMÓSFERA</p>	<p>> Implementar procesos para evitar riesgos de incendios y generación de emisiones de gases.</p> <p>> Elaborar capacitaciones sobre la correcta disposición de los residuos plásticos (envases, botellas, bolsas etc.), para que sean reciclados o llevados a sitios en los que se les de destino adecuado. Mientras tanto deben almacenarse en sitios apropiados, separados de productos que sean susceptibles de contaminarse e incluso de otros desechos.</p>		
--	--	--	--

9. ESTUDIO FINANCIERO

En el siguiente apartado se dará pie al estudio financiero, el mismo constituye la última etapa de estudio del proyecto. Se analizará la viabilidad en términos de rentabilidad económica de la producción de cannabis en contenedores marítimos, calculando y estimando los ingresos y los costos de producción.

9.1. CAPITAL FIJO

A continuación, se detallará el capital fijo, que forma parte de la infraestructura operativa, es decir, la base para iniciar la producción de cannabis.

INSTALACIONES Y EQUIPOS

INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
CONTENEDOR DE 40 PIES	1	3.350	3.350
CONTENEDOR DE 20 PIES	1	2.400	2.400
EXTRACTOR DE AIRE CON FILTRO	1	220	220
INTRACTOR DE AIRE	1	120	120
FILTRO DE CARBÓN	1	65	65
VENTILADOR OSCILANTE	16	66	1.056
AIRE ACONDICIONADO 5200 W	1	1.050	1.050
AIRE ACONDICIONADO 3350 W	2	700	1.400
GENERADOR DE CO2	1	500	500
DESHUMIDIFICADOR	1	200	200
NEBULIZADORES	20	6	120
LED 100 W	1	115	115
LED 600 W	11	387	4.257
LANA DE VIDRIO 50mm (18m x 1,20m)	7	108	756
CORTINAS BLACKOUT (3,6m x 2m)	12	10	120
KIT DE SEGURIDAD	1	600	600
INSTALACIÓN SANITARIA Y DE GAS	1	2.000	2.000
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1	1.500	1.500
PUESTA A PUNTO	1	1.500	1.500
TOTAL			USD 21.329

SISTEMA DE CULTIVO

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
TUBOS RECTANGULARES DE PVC 2m	25	35	875
CODOS	20	3	60
TUBOS DE PVC PARA SOPORTE 3m	38	5	190
CODOS T PARA TUBOS DE SOPORTE	100	2	200
CANASTAS DE CULTIVO	100	2	150
TANQUE 100 L	4	100	400
TANQUE 10 L	9	10	90
BOMBA 18W	4	30	120
CAÑERÍAS DE DISTRIBUCIÓN 1"	50	2	100
AEROCLONADOR	1	180	180
GENERADOR A NAFTA 15 HP	1	2.100	2.100
VÁLVULAS DE RETENCIÓN 1"	10	10	100
VÁLVULAS ESFÉRICAS 1"	20	10	200
VÁLVULAS SOLENOIDES 1"	10	30	300
RED SCROG DE CULTIVO	23	6	138
FILTRO DE AGUA	1	300	300
TIJERAS DE PODA	1	14	14
TIJERAS PARA COSECHA Y ESQUEJES	1	15	15
BANDEJAS DE PLÁSTICO	10	6	60
MALLAS DE SECADO 4 NIVELES	1	60	60
SEMILLAS	50	10	500
TOTAL			USD 6.152

AUTOMATIZACIÓN

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
CONTROLADOR DE VARIABLES DE CULTIVO	1	600	600
CONTROLADOR DE PH, EC Y BOMBAS	1	1.150	1.150
SENSOR PH	3	80	240
SENSOR ELECTROCONDUCTIVIDAD	3	70	210
SENSOR TEMPERATURA	4	10	40
SENSOR HUMEDAD	4	12	48
SENSOR LUZ	8	10	80
SENSOR CO2	4	10	40
SENSOR NIVEL	4	25	100
INSTALACIÓN	1	1.000	1.000
TOTAL			USD 2.908

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

INSTRUMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL	3	15	45
LUXÓMETRO DIGITAL	2	104	208
MEDIDOR DE PH	2	120	240
MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA			
TERMÓMETRO DIGITAL SUMERGIBLE			
TOTAL			USD 493

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

ELEMENTOS DE PROTECCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
MATAFUEGO ABC	1	80	80
INDUMENTARIA	2	231	462
TOTAL			USD 542

MOBILIARIO

MOBILIARIO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO TOTAL [USD]
ESTANTERIAS	3	80	240
ESCALERA DE MANO	1	60	60
SILLA	1	80	80
ESCRITORIO	1	70	70
COMPUTADORA	1	1.000	1.000
TOTAL			USD 1.450

INVERSIÓN FIJA TOTAL

CONCEPTO	COSTO [USD]
INSTALACIONES Y EQUIPOS	21.329
SISTEMA DE CULTIVO	6.152
AUTOMATIZACIÓN	2.908
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	493
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	542
MOBILIARIO	1.450
IMPREVISTOS (10% INVERSIÓN TANGIBLES)	3.287
TOTAL	USD 36.161

9.2. CAPITAL DE TRABAJO

A continuación, se detallará el capital de trabajo, que comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que el invernadero se encuentre instalado y puesto en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos en el estudio técnico.

PERSONAL

Inicialmente, el proyecto prevé la contratación de dos empleados, un operario técnico y un ingeniero.

Jefe de producción: será el encargado de todas las actividades relacionadas con el proceso de producción, siendo el responsable de coordinar, organizar y canalizar el desarrollo y aplicación de los procesos. Además, evaluará la factibilidad de nuevos procesos, el tiempo estipulado y supervisará el cumplimiento de cada uno de los procesos.

Sueldo mensual jefe de producción:

CONCEPTO	CANTIDAD	REMUNERATIVO [USD]	APORTES Y DEDUCCIONES [USD]
SUELDO BÁSICO		1.000	
ADICIONAL ZONA DESFAVORABLE	100%	1.000	
JUBILACIÓN	11%		220
PAMI (LEY 19.032)	3%		60
OBRA SOCIAL	3%		60
	TOTALES	2.000	340
SUELDO NETO EMPLEADO			USD 1.660

Contribuciones del empleador por mes:

CONCEPTO	CANTIDAD	TOTAL [USD]
JUBILACIÓN	16%	320
PAMI (LEY 19.032)	2%	40
OBRA SOCIAL	6%	120
ASIGNACIONES FAMILIARES	8%	160
FONDO NACIONAL DE EMPLEO	1,50%	30
SEGURO DE VIDA OBLIGATORIO	0,03%	1
ART	3%	60
TOTAL		USD 731

Operario técnico: Se encargará exclusivamente de la realización de todas las tareas técnicas definidas en el estudio técnico y en los procedimientos anexados, desde la germinación de la semilla hasta el almacenamiento del producto final.

Sueldo mensual operario técnico:

CONCEPTO	CANTIDAD	REMUNERATIVO [USD]	APORTES Y DEDUCCIONES [USD]
SUELDO BÁSICO		800	
ADICIONAL ZONA DESFAVORABLE	100%	800	
JUBILACIÓN	11%		176
PAMI (LEY 19.032)	3%		48
OBRA SOCIAL	3%		48
TOTALES		1.600	272
SUELDO NETO EMPLEADO			USD 1.328

Contribuciones del empleador por mes:

CONCEPTO	CANTIDAD	TOTAL [USD]
JUBILACIÓN	16%	256
PAMI (LEY 19.032)	2%	32
OBRA SOCIAL	6%	96
ASIGNACIONES FAMILIARES	8%	128
FONDO NACIONAL DE EMPLEO	1,50%	24
SEGURO DE VIDA OBLIGATORIO	0,03%	0
ART	3%	48
TOTAL		USD 584

COSTO TOTAL PERSONAL

MANO DE OBRA	CANTIDAD	SALARIO [USD]	CARGAS [USD]	TOTAL/MES [USD]
TÉCNICO	1	1.328	584	1.912
INGENIERO	1	1.660	731	2.391
TOTAL MENSUAL				4.303
TOTAL ANUAL				USD 55.940

INSUMOS

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO [USD]	COSTO ANUAL [USD]
PLACA DE PETRI	100	UNIDADES	0,25	25
AGUA DESTILADA	10	LITROS	1	10
TURBA	20	LITROS	1	20
PINZA DE PRECISIÓN	2	UNIDADES	5	10
SOLUCIÓN NUTRITIVA A	40	LITROS	3,45	138
SOLUCIÓN NUTRITIVA B	40	LITROS	3,45	138
ARCILLA EXPANDIDA	15	LITROS	5,80	87
CORRECTOR DE PH H3PO4 AL 42 %	2	LITROS	19,50	39
CORRECTOR DE PH NAOH AL 10 %	2	LITROS	19,50	39
LANA DE ROCA EN BLOQUE	10	UNIDADES	9	90
HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO	10	75 GRAMOS	12	120
ALCOHOL ETÍLICO 96%	10	LITROS	4	40
GUANTES DE POLIETILENO	500	UNIDADES	0,03	15
BOLSAS HERMÉTICAS	1500	UNIDADES	0,20	300
REPUESTO LUZ LED 50 W	134	UNIDADES	8	1.072
TOTAL				USD 2.143

CONSUMO ELÉCTRICO

Para estimar el consumo de electricidad del sistema de calefacción/refrigeración, se calcularon las calorías/frigorías requeridas según la temperatura promedio de cada mes del año del año 2020. Esto se realizó de esta manera debido a que en algunas épocas del año solo será necesario utilizar un equipo de aire acondicionado, y en otros casos, ambos.

ARTEFACTO	CONSUMO [KW]	CANTIDAD	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO [KWH]	CONSUMO ANUAL [KWH]
AIRE ACONDICIONADO 5200 W	1,465	1	307,65	3.691,80
AIRE ACONDICIONADO 3350 W (CULTIVO)	0,948	1	540,36	6.484,32
AIRE ACONDICIONADO 3350 W (SECADO Y ALMACENAMIENTO)	0,948	1	682,56	8.190,72
TOTAL				18.366,84

El consumo de los restantes dispositivos eléctricos será:

ARTEFACTO	CONSUMO [KW]	CANTIDAD	HORAS/DÍA	CONSUMO DIARIO [KWH]	
EXTRACTOR	0,155	1	24	3,72	
INTRACTOR	0,050	1	24	1,20	
VENTILADORES	0,055	16	24	21,12	
LED PLÁNTULA	0,115	1	18	2,07	
LED VEGETACIÓN	0,614	1	18	11,05	
LED FLORACIÓN	0,614	10	12	73,68	
DESHUMIDIFICADOR	0,265	2	12	6,36	
SALA DE CONTROL	0,600	1	24	14,40	
BOMBAS	0,018	3	24	1,30	
TOTAL				134,90	
				CONSUMO MENSUAL [KWH]	4.046,94
				CONSUMO ANUAL [KWH]	49.237,77

Consumo anual total = 67.604,61 KWH

CONSUMO GAS NATURAL

El caudal de gas natural necesario será:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{potencia entregada}}{\text{poder calorífico}}$$

Camuzzi declara un valor promedio de poder calorífico de 9300 Kcal/m³.

El calor aportado por el generador de CO₂ es de 2.270 Kcal/h. por lo tanto, el caudal de gas natural será:

$$\text{Caudal promedio} = \frac{2.270 \text{ Kcal/h}}{9300 \text{ Kcal/m}^3} = 0,244 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

ARTEFACTO	CONSUMO PROMEDIO [KCAL/H]	PODER CALORÍFICO [KCAL/M3]	CAUDAL [M3/H]	HORAS/DÍA	CONSUMO DIARIO [M3]	
GENERADOR CO2	2.270	9.300	0,24	12	2,93	
					Consumo mensual [m3]	88
					Consumo anual [m3]	1.069

COSTO SERVICIOS Y COMBUSTIBLE

SERVICIOS	COSTO MENSUAL [USD]	COSTO ANUAL [USD]
ALQUILER TERRENO	170	2.040
ENERGIA ELECTRICA	380	4.561
GAS NATURAL	7	86
TELEFONIA E INTERNET	100	1.200
NAFTA	37	444
TOTAL	USD 694	USD 8.331

El costo por el consumo de agua será despreciado, ya que, debido a la recirculación de la solución nutritiva, los requerimientos son mínimos. Para el cultivo, se estima un consumo de 1 m³/mes.

CONTROL DE CALIDAD

ANÁLISIS	COSTO POR ANÁLISIS [USD]	CANTIDAD POR COSECHA	COSECHAS/AÑO	COSTO ANUAL [USD]
PERFIL DE CANNABINOIDES	30	3	8	720
PERFIL DE TERPENOS	30	3	8	720
PLAGUICIDAS	30	3	8	720
MICROBIOLÓGICO	30	3	8	720
TOTAL				USD 2.880

CAPITAL DE TRABAJO TOTAL

CONCEPTO	COSTO ANUAL [USD]
PERSONAL	55.940
INSUMOS	2.143
SERVICIOS Y COMBUSTIBLE	8.331
CONTROL DE CALIDAD	2.880
IMPREVISTOS (10% CAPITAL DE TRABAJO)	6.929
TOTAL	USD 76.224

La inversión inicial necesaria para poner en marcha la producción de flor de cannabis es de USD 36.161. Mientras que, el capital de trabajo asciende a USD 76.224. Se observa que el capital de trabajo es un 111% mayor que el capital fijo.

9.3. FINANCIAMIENTO

En la actualidad, los proyectos de cannabis en la Argentina son de interés nacional y provincial. Por lo tanto, existen distintas alternativas de financiamiento, tanto reembolsables como no reembolsables. En el siguiente cuadro se muestran algunas propuestas de Aportes No Reembolsables (ANR).

Tabla 21

Financiamientos fondos extrapresupuestarios

CUADRO RESUMEN DE FINANCIAMIENTOS VIGENTES		
MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE LA NACIÓN		
FONDO	OBJETIVO	MONTO [ARS]
Centros Interinstitucionales CITES	Creación de centros de excelencia en temas estratégicos por su eventual impacto o la promoción de áreas de vacancia.	Variable
Programa I+D en Cannabis	Generar conocimientos y avances en torno a las propiedades de la planta de cannabis y sus derivados, sus usos clínicos y/o industriales, y los aspectos sociales y culturales asociados.	Hasta \$10.000.000
Programa “ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología”	Búsqueda de soluciones a desafíos de interés público, que requieran del conocimiento científico o el desarrollo tecnológico para su resolución, y así generar un impacto positivo en el desarrollo local, regional y nacional	Hasta \$10.000.000
AGENCIA NACIONAL DE PROMOCIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN		
ANR Asociativos Fase II	Los beneficiarios se deberán asociar en convenios asociativos público privado, a fin de concretar proyectos cuya finalidad sea el desarrollo innovador de tecnología a escala piloto y prototipo. Se priorizarán como temas: Producción más limpia, Transición Energética, Alimentos de mayor calidad y valor agregado, Nuevos recursos para la Industria 4.0, Desarrollos en salud animal o vegetal con implicaciones potenciales para desarrollo en salud humana.	Hasta \$25.000.000
ANR PDT 25000 F2 2022	Financiar parcialmente proyectos cuya finalidad sea la generación de conocimiento aplicable a una solución productiva y/o el desarrollo innovador de tecnología a escala piloto y prototipo	Hasta \$25.000.000
PICT Start Up	Promover la transformación de los conocimientos y habilidades acumuladas por un grupo de investigación, en nuevas competencias tecnológicas aplicables en el mercado de productos, procesos o servicios, para los cuales exista una demanda social o un mercado comprobable.	Hasta \$9.000.000 por año
PID	Favorecer que la investigación científica y tecnológica se oriente hacia aplicaciones que sean de interés de uno ó más Adoptantes (empresas o instituciones), promoviendo la generación de tecnología y su transferencia mejorando la interacción con los sectores productivos y sociales.	Hasta \$10.000.000

Se puede observar que algunos de los financiamientos son exclusivos de cannabis, y otros son para distintos proyectos de investigación y desarrollo.

La inversión inicial del proyecto es de ARS 5.424.150. Entonces, se propondrá que este monto sea aportado por alguno de los organismos mencionados, ya que, todos ellos financian valores superiores al requerido. Además, no debe olvidarse que el Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego se encuentra interesado en este tipo de proyectos, por lo que sería posible también obtener una inversión por esta línea.

9.4. PRODUCCIÓN

Como se mencionó en el estudio técnico, el rendimiento aproximado por metro cuadrado de plantación es de 450 gr.

La primera cosecha se realizará una vez transcurridas 20 semanas. Luego, se realizarán las mismas cada 6 semanas. La superficie a cosechar será de 5,7 m².

$$\text{Producción año 1} = 450 \frac{\text{gramos}}{\text{m}^2} * \frac{5,7 \text{ m}^2}{\text{cosecha}} * \frac{6 \text{ cosechas}}{\text{año}}$$

Producción año 1 = 15.390 gramos/año

La producción estimada para el primer año es de 15,39 kilogramos.

$$\text{Producción año 2} = 450 \frac{\text{gramos}}{\text{m}^2} * \frac{5,7 \text{ m}^2}{6 \text{ semanas}} * \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}}$$

Producción año 2, 3, 4, ... = 22.230 gramos/año

La producción estimada para los siguientes años es de 22,23 kilogramos.

Al ser recintos de cultivo modulares, en el caso de querer aumentar la producción para obtener mayores ingresos, solamente se debería adquirir otro contenedor con el equipamiento correspondiente.

9.4.1. Precio de venta

Para determinar un precio de venta adecuado, se tendrán en cuenta los costos fijos y variables, pudiendo establecer con esto el precio que debería tener el producto para cubrir los costos totales del proyecto. Es decir, se tiene que cumplir que:

$$\text{INGRESOS TOTALES} = \text{COSTOS TOTALES}$$

$$\text{Precio de Venta} \times \text{Unidades Producidas} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

$$\text{Precio de Venta} = \frac{(\text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables})}{\text{Unidades Producidas}}$$

$$\text{Precio de Venta} = \frac{\text{USD } 65.098,04 + \text{USD } 11.125,59}{22.230 \text{ gramos}}$$

$$\text{Precio de Venta} = \text{USD } 3,43/\text{gramo}$$

Con una producción 100% eficiente (a partir del año 2), para que los ingresos y costos se mantengan en equilibrio, el precio de venta por gramo de flor de cannabis debería ser de USD 3,43.

Según lo estimado en el estudio de mercado, el gramo de flor seca en aceite de cannabis tiene un costo aproximado de USD 9,6 para los pacientes. Sin embargo, el producto realizado será utilizado como materia prima para la producción de aceite, por lo tanto, el precio de venta deberá ser considerablemente menor a este valor.

Teniendo en cuenta los últimos valores mencionados, el precio de venta de la flor seca de cannabis producida tendrá un precio de venta de USD 5. Es decir, 750 pesos argentinos.

$$\text{Ingresos año 1} = 5 \frac{\text{USD}}{\text{gramo}} * 15.390 \frac{\text{gramos}}{\text{año}}$$

$$\text{Ingresos año 1} = 76.950 \text{ USD/año}$$

Ingresos año 2, 3, 4, ... = 111.150 USD/año

Los ingresos esperados para el primer año de producción alcanzarían los USD 76.950.

Mientras que, para los años posteriores, se estiman ingresos de USD 111.150.

9.5. FLUJO DE FONDOS

El flujo de fondos representa las entradas y salidas de dinero de una organización o empresa durante un período de tiempo.

PERIODO	0	1	2	3	4	5
INGRESOS POR VENTAS [USD]		76.950	111.150	111.150	111.150	111.150
COSTOS FIJOS [USD]		-65.098	-65.098	-65.098	-65.098	-65.098
COSTOS VARIABLES [USD]		-11.126	-11.126	-11.126	-11.126	-11.126
INVERSIÓN FIJA [USD]	-36.161					
FINANCIACIÓN ANR [USD]	36.161					
SALDO [USD]	0	726	34.926	34.926	34.926	34.926

Como se mencionó, al ser invernaderos modulares, siempre se trabajará en un 100% de la capacidad, necesitando continuamente el mismo capital de trabajo. Por lo tanto, en el caso de duplicar la producción, todos los valores se duplicarán también.

9.6. CÁLCULO DE INDICADORES

Para analizar la conveniencia o no de realizar un proyecto de inversión, es necesario calcular ciertos indicadores financieros que permitirán tomar una decisión objetiva. Estos indicadores determinarán si el proyecto es viable o no.

9.6.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es una métrica financiera que se utiliza para evaluar las oportunidades de inversión. El VAN permite a los inversores y a las empresas determinar el valor futuro de una inversión.

Para estimar correctamente el VAN, se debe realizar el cálculo del valor actual de los flujos de caja futuros de cada año utilizando un tipo de descuento. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo de tiempo (t), I_0 es la inversión realizada en el momento inicial ($t=0$); n es el número de períodos de tiempo; k es la tasa de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

Según algunos especialistas, en Argentina, los inversores exigen tasas que se ubican entre el 20% y 25% en dólares, por lo tanto, se tomará como tasa de descuento un valor de 25%.

Valor Actual Neto (VAN) = USD 30.406

Al ser el VAN mayor a 0, se concluye que el proyecto planteado es rentable.

9.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de descuento con la que el valor actual neto (VAN) se iguala a cero. O, dicho de otra manera, es la tasa que iguala la suma del valor actual de los gastos con la suma del valor actual de los ingresos previstos. Por lo tanto, la fórmula de cálculo es la siguiente:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n}$$

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 52,32 %

Al ser la TIR mayor a la tasa de descuento, se concluye que el proyecto es aceptable, ya que, su rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida. Es decir, el retorno del proyecto alcanza a cubrir los costos y a compensar el costo de oportunidad del dinero, generando un rendimiento adicional.

10. CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado permite determinar que el establecimiento de un cultivo medicinal de flor de cannabis en la provincia de Tierra del Fuego es factible, y podría llevarse a cabo en futuro no muy lejano si se cumplen los requerimientos necesarios.

Con respecto al mercado del cannabis, el estudio realizado permite afirmar que efectivamente existe un mercado, y que el mismo se encuentra en permanente crecimiento debido, principalmente, al avance de las leyes y al aumento en la confianza de la población. Recordando siempre que la cantidad de patologías para las que el cannabis puede ser beneficioso aún no están del todo definidas y que las investigaciones científicas siguen ofreciendo nuevos resultados.

A nivel país, los proyectos de investigación en materia de cannabis van en constante aumento, y, teniendo en cuenta la legislación actual, se determinó que sí sería posible establecer un cultivo en la provincia. Para esto, se deberá firmar un proyecto o convenio con INTA o CONICET, luego, el Ministerio de Salud aprueba el proyecto mediante una resolución. Posteriormente, se presentan las distintas solicitudes e inscripciones en INASE, SENASA y ANMAT.

Mediante reuniones y encuentros con integrantes del CIT TDF, se transmitió que un objetivo dispuesto por la provincia de Tierra del Fuego es contar con una producción local masiva, teniendo como finalidad la disponibilidad de cannabis medicinal en salud pública. En este sentido, el presente proyecto podría ser de utilidad para el gobierno y para la población local. Además, convertirse en aliados del CIT (CONICET) y de la provincia facilitaría cumplir con los requerimientos necesarios y las habilitaciones legales.

Referente al diseño de planta y las cuestiones técnicas, el proyecto considera todas las variables y magnitudes importantes en el cultivo, poniendo énfasis en la automatización, que

permitirá llevar el control de estas variables de manera automática, desde cualquier parte del mundo, y sin la necesidad de una intervención humana. Sin embargo, esto que no quiere decir que no se necesite contratar un personal técnico y un supervisor.

Uno de los objetivos principales consistía en proponer invernaderos modulares, por ello es que los contenedores marítimos resultaron la opción más viable, al ser económicos, resistentes, adaptables, y fáciles de adquirir en la provincia. Cabe destacar que los equipos propuestos y costos establecidos pertenecen a un solo contenedor, por lo tanto, si se quiere aumentar la producción, solamente deberá adquirirse el equipamiento la cantidad de veces necesaria.

Por el lado ambiental, se determinó que llevar a cabo un cultivo de cannabis medicinal no conlleva grandes impactos negativos. Igualmente, el estudio contiene las medidas ambientales de mitigación enfocadas principalmente a la conservación del suelo, manejo de residuos sólidos, uso eficiente del agua y control de emisiones atmosféricas las cuales buscan principalmente que el proyecto genere el menor impacto ambiental.

Finalmente, luego de realizar el estudio financiero, se llega a la conclusión de que producir cannabis en contenedores marítimos puede ser rentable y generar ganancias, teniendo la posibilidad de liquidar la inversión inicial en poco más de 2 años.

Como conclusión final resta decir que los principales inconvenientes del proyecto no están en la puesta en marcha en sí, sino en los múltiples controles que se requieren para obtener un producto de grado medicinal. Se deberán realizar todos los controles de calidad pertinentes, cumpliendo además con los requerimientos establecidos por la ANMAT y por las buenas prácticas agrícolas. Sin olvidar de efectuar todas las habilitaciones de seguridad en las instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya Solano, D. A. & Ojeda Field, L. F. (2020). *Elaboración del prototipo de un sistema de control de variables atmosféricas automatizado para el cultivo de plantas bajo invernadero en ambiente indoor en la Región Caribe* [tesis de ingeniería, Universidad de la Costa]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11323/6072>.
- Arcview Group & BDS Analytics. (2020). *The State of Legal Cannabis Markets: 8th edition*. <https://arcviewgroup.com/reports/solcm8/#.Y4VCanbMLIU>.
- Cámara Argentina del Cannabis. (2021). *Cannabis y Argentina: estado de situación, proyección de la industria y el comercio*. <https://www.argencann.org/wp-content/uploads/2022/07/Informe-Argencann-2021-digital.pdf>.
- Cannava Sociedad del Estado. (2021). *Guía de manejo clínico de cannabis medicinal*. <https://cannava.com.ar/archivos/GuiaManejoClinicoCannabisMedicinal.pdf>.
- Carrasco Silva, G., & Izquierdo, J. (1996). *La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT")*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://dspace.usalca.cl/handle/1950/2927>.
- Cervantes, J. (2007). *Marihuana: horticultura del cannabis: la biblia del cultivador médico de interior y exterior*. Van Patten Publishing.
- Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático. (2018). *Manual de Aplicación de la Huella de Carbono*. Ministerio de Agroindustria – Provincia de Buenos Aires. https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf.
- Ente Nacional Regulador del Gas. (2019). *Norma de calidad de gas natural*. <https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/pdf/normas-discusion/NAG-602.pdf>.

- Fassio, A., Rodríguez, M., & Ceretta, S. (2013). *Cáñamo (Cannabis sativa L.)*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Boletín de Divulgación N° 103. https://www.researchgate.net/publication/272148231_Canamo_Cannabis_sativa_L.
- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (2017, 19 de abril). Ley 27.350. *Uso Medicinal de la Planta de Cannabis y sus derivados*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27350-273801/texto>.
- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (2022, 26 de mayo). Ley 27.669. *Marco Regulatorio para el Desarrollo de la Industria del Cannabis Medicinal y el Cáñamo Industrial*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27669-365303/texto>.
- Instituto Nacional de Semillas. (2019, 28 de febrero). Resolución 59/2019. *Condiciones para las actividades de producción, difusión, manejo y acondicionamiento que se lleven a cabo en invernáculos y/o predios de seguridad con Cannabis sp en la República Argentina*. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-59-2019-320532/texto>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2022). *Boletín Informativo CNVTRI-UGPE: Convocatorias y ventanillas disponibles para proyectos extrapresupuestarios*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/2022_-_boletin_informativo_pe_-_2da_edicion.pdf.
- Lenscak, M. P. & Iglesias, N. B. (2019). *Invernaderos: tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54)*. INTA Ediciones. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12818>.
- López, A. (2021). *La cadena de valor del cannabis: situación y tendencias internacionales, y oportunidades para la Argentina*. Consejo para el Cambio Estructural – Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dt_1_-_la_cadena_de_valor_del_cannabis.pdf.

- Observatorio Europeo de las drogas y las Toxicomanías. (2018). *Uso médico del cannabis y los cannabinoides*. <https://doi.org/jnv7>.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2010). *Métodos recomendados para la identificación y el análisis del cannabis y los productos del cannabis*. https://www.unodc.org/documents/scientific/Cannabis_manual-Sp.pdf.
- Pinto Arroyo, S. C. (2007). *Valoración de impactos ambientales*. Dirección de División de Medio Ambiente INERCO. <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/77452/valoracion-de-impactos-ambientales>.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2007, 21 de septiembre). Resolución 1639/2007. *Listado de rubros comprendidos y la categorización de industrias y actividades de servicios según su nivel de complejidad ambiental*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1639-2007-134704/texto>.
- Valencia Cardenas, A. R. (2020). *Uso terapéutico del cannabis: una propuesta a partir de la ética de la razón cordial* [tesis de maestría, Universidad el Bosque]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/6444>.

ANEXOS

ANEXO I. LEY 27.350

INVESTIGACIÓN MÉDICA Y CIENTÍFICA

Ley 27350

Uso Medicinal de la Planta de Cannabis y sus derivados.

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de

Ley:

INVESTIGACIÓN MÉDICA Y CIENTÍFICA DEL USO MEDICINAL DE LA PLANTA DE CANNABIS Y SUS DERIVADOS

Artículo 1°- Objeto. La presente 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.

Artículo 2°- Programa. Créase 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.

Artículo 3°- Objetivos. Son objetivos del programa:

- a) Empezar acciones de promoción y prevención orientadas a garantizar el derecho a la salud;
- b) Promover medidas de concientización dirigidas a la población en general;
- c) Establecer lineamientos y guías adecuadas de asistencia, tratamiento y accesibilidad;
- d) Garantizar el acceso gratuito al aceite de cáñamo y demás derivados del cannabis a toda persona que se incorpore al programa, en las condiciones que establezca la reglamentación;
- e) Desarrollar evidencia científica sobre diferentes alternativas terapéuticas a problemas de salud, que no abordan los tratamientos médicos convencionales;
- f) Investigar los fines terapéuticos y científicos de la planta de cannabis y sus derivados en la terapéutica humana;
- g) Comprobar la eficacia de la intervención estudiada, o recoger datos sobre sus propiedades y el impacto en el organismo humano;
- h) Establecer la eficacia para cada indicación terapéutica, que permita el uso adecuado y la universalización del acceso al tratamiento;
- i) Conocer los efectos secundarios del uso medicinal de la planta de cannabis y sus derivados, y establecer la seguridad y las limitaciones para su uso, promoviendo el cuidado de la población en su conjunto;
- j) Propiciar la participación e incorporación voluntaria de los pacientes que presenten las patologías que la autoridad de aplicación determine y/o el profesional médico de hospital público indique, y de sus familiares, quienes podrán aportar su experiencia, conocimiento empírico, vivencias y métodos utilizados para su autocuidado;
- k) Proveer asesoramiento, cobertura adecuada y completo seguimiento del tratamiento a la población afectada que participe del programa;
- l) Contribuir a la capacitación continua de profesionales de la salud en todo lo referente al cuidado integral de las personas que presentan las patologías involucradas, a la mejora de su calidad de vida, y al uso medicinal de la planta de cannabis y sus derivados.

Artículo 4°- Autoridad de aplicación. La autoridad de aplicación debe ser determinada por el Poder Ejecutivo en el ámbito del Ministerio de Salud de la Nación.

Se encontrará autorizada a investigar y/o supervisar la investigación con fines médicos y científicos de las propiedades de la

planta de cannabis y sus derivados.

Artículo 5°- La autoridad de aplicación, en coordinación con organismos públicos nacionales, provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, debe promover la aplicación de la presente ley en el ámbito de las provincias y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Podrá articular acciones y firmar convenios con instituciones académico científicas, organismos públicos y organizaciones no gubernamentales.

Artículo 6°- La autoridad de aplicación tiene la facultad de realizar todas las acciones requeridas para garantizar el aprovisionamiento de los insumos necesarios a efectos de llevar a cabo los estudios científicos y médicos de la planta de cannabis con fines medicinales en el marco del programa, sea a través de la importación o de la producción por parte del Estado nacional. A tal fin, la autoridad de aplicación podrá autorizar el cultivo de cannabis por parte del Conicet e INTA con fines de investigación médica y/o científica, así como para elaborar la sustancia para el tratamiento que suministrará el programa. En todos los casos, se priorizará y fomentará la producción a través de los laboratorios públicos nucleados en la ANLAP.

Artículo 7°- La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) permitirá la importación de aceite de cannabis y sus derivados, cuando sea requerida por pacientes que presenten las patologías contempladas en el programa y cuenten con la indicación médica pertinente. La provisión será gratuita para quienes se encuentren incorporados al programa.

Artículo 8°- Registro. Créase en el ámbito del Ministerio de Salud de la Nación un registro nacional voluntario a los fines de autorizar en virtud de lo dispuesto por el artículo 5° de la ley 23.737 la inscripción de los pacientes y familiares de pacientes que, presentando las patologías incluidas en la reglamentación y/o prescritas por médicos de hospitales públicos, sean usuarios de aceite de cáñamo y otros derivados de la planta de cannabis, con el resguardo de protección de confidencialidad de datos personales.

Artículo 9°- Consejo Consultivo. Créase un Consejo Consultivo Honorario, que estará integrado por instituciones, asociaciones, organizaciones no gubernamentales y profesionales del sector público y privado que intervengan y articulen acciones en el marco de la presente ley. Las instituciones que lo integren deberán acreditar que actúan sin patrocinio comercial ni otros conflictos de intereses que afecten la transparencia y buena fe de su participación.

Artículo 10.- El Estado nacional impulsará a través de los laboratorios de Producción Pública de Medicamentos nucleados en ANLAP, creada por la ley 27.113 y en cumplimiento de la ley 26.688, la producción pública de cannabis en todas sus variedades y su eventual industrialización en cantidades suficientes para su uso exclusivamente medicinal, terapéutico y de investigación.

Artículo 11.- El Poder Ejecutivo nacional, a través de la autoridad de aplicación, dispondrá en la reglamentación de la presente las previsiones presupuestarias necesarias para su cumplimiento, las que podrán integrarse con los siguientes recursos:

- a) Las sumas que anualmente le asigne el Presupuesto General de la Nación a la autoridad de aplicación;
- b) Todo otro ingreso que derive de la gestión de la autoridad de aplicación;
- c) Las subvenciones, donaciones, legados, aportes y transferencias de otras reparticiones o de personas físicas o jurídicas, de organismos nacionales y/o internacionales;
- d) Los intereses y rentas de los bienes que posea;
- e) Los recursos que fijen leyes especiales;
- f) Los recursos no utilizados, provenientes de ejercicios anteriores.

Artículo 12.- Adhesión. Invítase a las provincias y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a adherir a la presente ley, a los efectos de incorporarse al programa, en el marco de los convenios que se celebren con la autoridad de aplicación.

Artículo 13.- Reglamentación. La autoridad de aplicación debe reglamentar la presente ley dentro de un plazo no mayor a sesenta (60) días desde su publicación en el Boletín Oficial.

Artículo 14.- Comuníquese al Poder Ejecutivo nacional.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS VEINTINUEVE DIAS DEL MES DE MARZO DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE.

MARTA G. MICHETTI. — EMILIO MONZÓ. — Eugenio Inchausti. — Juan P. Tunessi.

ANEXO II. LEY 27.669

MARCO REGULATORIO PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL Y EL CÁÑAMO INDUSTRIAL

Ley 27669

Disposiciones.

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de

Ley:

MARCO REGULATORIO PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL Y EL CÁÑAMO INDUSTRIAL

CAPÍTULO I

OBJETO Y DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°- Objeto. La presente ley tiene por objeto establecer el marco regulatorio de la cadena de producción y comercialización nacional y/o con fines de exportación de la planta de cannabis, sus semillas y sus productos derivados afectados al uso medicinal, incluyendo la investigación científica, y al uso industrial; promoviendo así el desarrollo nacional de la cadena productiva sectorial.

Quedan excluidos del presente marco regulatorio los cultivos y proyectos previstos y autorizados en el marco de la ley 27.350, que se regirán por las normas que al efecto dicte la autoridad de aplicación de dicha ley y los parámetros fijados por su reglamentación.

A los fines consagrados en la presente norma, la autoridad regulatoria estará facultada para regular, emitir y controlar las autorizaciones administrativas que permitan el registro e inscripción de semillas, cultivo, cosecha, almacenamiento, fraccionamiento, transporte, distribución, procesamiento, comercialización y cualquier otra etapa o actividad económica que integre la cadena productiva del cannabis, sus semillas y sus derivados afectados a los usos medicinal e industrial.

La presente ley rige en todo el territorio de la República Argentina con carácter de orden público. Las actividades que en la misma se regulan estarán sujetas a la jurisdicción federal y cualquier incidencia que de modo directo o indirecto pudiera surgir o derivar de la aplicación de la presente será competencia del fuero Contencioso Administrativo Federal.

Artículo 2°- Definiciones. A los efectos de la presente ley se adoptarán las siguientes definiciones:

“Sustancia psicoactiva”: Es toda sustancia química (droga o psicofármaco) de origen natural o sintético que afecta las funciones del sistema nervioso central, con efectos sobre la inhibición del dolor, el cambio del estado de ánimo y la alteración de la percepción, entre otros.

“Planta de cannabis”: Toda planta del género Cannabis.

“Cannabis”: Son las sumidades, floridas o con fruto, de la planta de cannabis (a excepción de las semillas y las hojas no unidas a las sumidades) de las cuales no se ha extraído la resina, cualquiera que sea el nombre con que se las designe.

“Cannabis psicoactivo”: Es aquel cuyo contenido de tetrahidrocannabinol (THC) es igual o superior al límite que establezca el Poder Ejecutivo nacional por vía reglamentaria.

“Producto derivado”: Es aquel producido a partir de la planta de cannabis para uso industrial o medicinal, de conformidad a las especificaciones y regulación que dicte la autoridad de aplicación.

“Cáñamo”, “Cáñamo industrial y/u hortícola”: Son las semillas, las partes de la planta de cannabis y sus producidos, que contengan hasta el límite máximo de concentración del componente químico tetrahidrocannabinol (THC) que se establezca en la reglamentación.

“Estupefacientes”: Son las sustancias incluidas en la lista del Anexo I, apartados 165 y 439 y a las sustancias incluidas en los grupos químicos de la lista del Anexo II identificados como numerales 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, ambos integrantes del decreto 560 de fecha 14 de agosto de 2019; cuando se realice cualquiera de las actividades enunciadas en los artículos 1º, 8º y 12 de la presente ley sin la debida autorización estatal previa, en las condiciones fijadas en la presente y en su reglamentación.

Artículo 3º- De conformidad con lo previsto por la Convención Única de 1961 sobre Estupefacientes de Naciones Unidas, quedan excluidos del ámbito de aplicación de la ley 23.737 y sus modificatorias, cáñamo, el cáñamo industrial y/u hortícola y sus producidos y/o derivados.

En tanto, los cultivos autorizados dentro del marco regulatorio habilitado para la investigación médica y científica de uso medicinal, terapéutico y/o paliativo del dolor de la planta de cannabis y sus derivados previstos en la ley 27.350 y el cannabis psicoactivo y derivados, contemplados en los artículos 1º, 8º, 12 y 25 de la presente, siempre que cuenten con la debida autorización estatal previa, no se considerarán estupefacientes a los fines de la ley penal.

CAPÍTULO II

DE LA AGENCIA REGULATORIA DE LA INDUSTRIA CANNÁBICA

Artículo 4º- Creación. Créase la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME), como organismo descentralizado que funcionará en el ámbito del Ministerio de Desarrollo Productivo, con autarquía administrativa, funcional, técnica y financiera, con jurisdicción en todo el territorio nacional.

Será el organismo competente para reglar, controlar y emitir las autorizaciones administrativas con respecto al uso de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados. Su patrimonio estará constituido por los bienes que se le transfieran y los que adquiera en el futuro por cualquier título.

Su domicilio se constituirá en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, su personal se regirá por la Ley de Contrato de Trabajo 20.744 (t.o. 1976) y sus modificatorias, y el control externo será realizado por la Auditoría General de la Nación.

Asimismo, la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) podrá instalar delegaciones regionales o provinciales para agilizar el efectivo cumplimiento de la presente ley en todo el territorio nacional. El directorio podrá coordinar con las respectivas jurisdicciones las acciones necesarias para el mejor cumplimiento de la presente.

La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) tendrá como función regular - entre otras- la importación, exportación, cultivo, producción industrial, fabricación, comercialización y adquisición, por cualquier título de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados con fines medicinales o industriales.

Respecto de las semillas, el Instituto Nacional de Semillas (INASE), organismo descentralizado en jurisdicción del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, en su condición de regulador de las condiciones de producción, difusión, manejo y acondicionamiento de los órganos de propagación de esta especie, dictará las normas complementarias que permitan la trazabilidad de los productos vegetales, conforme lo dispuesto en el decreto 883 de fecha 11 de noviembre de 2020. Asimismo, en el marco de la presente ley y de manera coordinada con la referida Agencia, el Instituto Nacional de Semillas (INASE) creará un plan especial de registración excepcional y extraordinario por el plazo que fije oportunamente la reglamentación, a los fines que los poseedores de simientes, de cumplir con los requisitos establecidos en la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas 20.247, puedan proteger la propiedad de las creaciones fitogenéticas de su autoría, a través de su registración.

La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) regulará y controlará el almacenamiento, fraccionamiento, transporte, distribución, trazabilidad y el uso de las semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados con fines medicinales o industriales, de manera coordinada con el Ministerio de Desarrollo Productivo; el Ministerio de Salud; el Ministerio de Seguridad; el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología (ANMAT); el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA); el Instituto Nacional de Semillas (INASE); el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI); la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP); la Agencia Nacional de Laboratorios Públicos (ANLAP); y los restantes organismos públicos con competencia específica en la materia.

Artículo 5º- Dirección y Administración. La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) será dirigida por un Directorio integrado por cinco (5) miembros con rango y jerarquía de Secretario o Secretaria y serán designados y removidos por el Poder Ejecutivo nacional.

El Presidente o la Presidenta a propuesta del Ministerio de Desarrollo Productivo, el Vicepresidente o la Vicepresidenta a propuesta del Ministerio de Salud, y los restantes miembros del Directorio serán propuestos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; y el Ministerio de Seguridad.

El tiempo de duración de los mandatos será de cuatro (4) años con posibilidad de ser reelegidos por única vez, durarán en sus cargos mientras mantengan buena conducta y las causales de remoción serán las aplicables a todo funcionario público.

La reglamentación determinará en lo atinente al funcionamiento de los órganos de gobierno, el Consejo Federal para el Desarrollo de la Industria del Cáñamo y Cannabis Medicinal, el Consejo Consultivo Honorario, la sindicatura, y las funciones y misiones de los distintos órganos.

El Presidente o la Presidenta de la citada Agencia ejercerá la representación legal del organismo frente a terceros. La administración ejecutiva de la misma será llevada a cabo por una Gerencia General, en las condiciones fijadas en la reglamentación que a tal efecto se dicte.

El Directorio sesionará válidamente con la mitad más uno de sus miembros. Las resoluciones se tomarán por mayoría simple de votos. Para el caso de empate en las decisiones, la Presidencia tendrá doble voto.

Son obligaciones y atribuciones del Directorio:

- a) Dirigir y administrar la citada Agencia;
- b) Asesorar y cooperar con ella en el ejercicio de sus funciones. Aportar opinión o recabar información toda vez que lo considere necesario a los fines de la presente ley;
- c) Expedirse sobre toda cuestión que le sea puesta a su consideración y sobre aquellas otras que considere pertinentes a los objetos de esta ley y su adecuada aplicación;
- d) Realizar o encargar los estudios técnicos y relevamientos que considere necesarios para la mejor consecución de los objetivos de la presente norma;
- e) Publicar sus dictámenes, estudios e información que disponga, y demás cuestiones que considere de interés para la cadena de valor de la industria cannábica para uso medicinal e industrial;
- f) Dictar su propio reglamento de funcionamiento;
- g) Realizar o encomendar a terceros investigaciones inherentes a la industria cannábica, y coordinar y fomentar las de entidades oficiales y privadas, pudiendo acordar a estas últimas contribuciones para tales fines;
- h) Aprobar y administrar su presupuesto;
- i) Disponer la aplicación de los saldos sobrantes de presupuesto al cierre del ejercicio a la constitución de fondos de reserva para sus inversiones y financiamiento futuro;
- j) Celebrar convenios con organismos e instituciones públicas o privadas, internacionales, nacionales, provinciales, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y/o municipales y organizaciones de la sociedad civil avocadas a la temática, con fines de cooperación y asistencia técnica y/o económica;
- k) Poner en conocimiento del Consejo Federal, creado por el artículo 10 de la presente ley, el plan de trabajo y los informes de actuación y temáticos; convocar a reuniones ordinarias y extraordinarias de dicho Consejo y promover el fortalecimiento de la producción de cannabis en todo el país según los estándares establecidos en la presente ley;
- l) Conformar, y convocar periódicamente, a un Consejo Consultivo Honorario que funcione como un espacio de consulta sobre la implementación y seguimiento de la presente ley y formulación de propuestas de políticas productivas, recomendaciones de adecuaciones normativas y, en general, proponer acciones que propendan a la mejor eficiencia de la presente ley;
- m) Elaborar y presentar ante las presidencias del Honorable Senado de la Nación y la Honorable Cámara de Diputados de la Nación, un informe trimestral en el cual se detalle la totalidad de la normativa dictada y de las acciones desarrolladas, en ejercicio de las facultades delegadas por la presente;
- n) En general, adoptar todas las medidas necesarias para asegurar sus fines y el cumplimiento de la presente ley.

Artículo 6°- Patrimonio. El patrimonio y los recursos de la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) provendrán de:

- a) La percepción de la tasa de control y fiscalización de los sujetos autorizados en el marco de la presente ley;
- b) Las asignaciones previstas en el Presupuesto General de la Administración Nacional;

- c) Las donaciones o legados;
- d) El producido de las multas por incumplimiento a las disposiciones de la ley y de los aranceles por los servicios que preste;
- e) Los ingresos provenientes de la emisión de licencias y/o autorizaciones de: importación, exportación, cultivo, producción industrial, fabricación, comercialización y adquisición, por cualquier título de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados con fines medicinales o industriales;
- f) Todo otro aporte público o privado destinado al cumplimiento de los fines y objetivos de la presente ley;
- g) Los recursos que no llegaren a ejecutarse dentro de un ejercicio presupuestario se transferirán al siguiente y se mantendrán en la cuenta de la referida Agencia, sin que corresponda su derivación a rentas generales.

CAPÍTULO III

FUNCIONES DE LA AGENCIA REGULATORIA DE LA INDUSTRIA DEL CÁÑAMO Y DEL CANNABIS MEDICINAL (ARICCAME)

Artículo 7°- La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) tendrá a su cargo la regulación y fiscalización de la actividad productiva de la industria del cannabis, su comercialización y distribución, para uso medicinal e industrial en el territorio nacional, en todo lo referente al registro, control y trazabilidad de semillas, insumos críticos y productos derivados del cannabis, en el marco de un proceso industrial debidamente autorizado y habilitado en los términos de la presente ley y la reglamentación.

Serán funciones de dicho órgano:

- a) Dictar las normas de procedimiento administrativo y las que propendan a la coordinación con las restantes autoridades públicas competentes, para la expedición de las autorizaciones de la importación, exportación, cultivo, producción industrial, fabricación, comercialización y adquisición, por cualquier título de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados con fines medicinales o industriales;
- b) Regular el almacenamiento, fraccionamiento, transporte, distribución, trazabilidad y el uso de las semillas de cannabis, plantas de cannabis, de insumos críticos del proceso productivo y de sus productos derivados, para fines de uso industrial y medicinal;
- c) Ejercer el control y seguimiento relativos al otorgamiento de las licencias y/o autorizaciones, así como lo relativo al cumplimiento de los recaudos exigidos para las autorizaciones administrativas otorgadas de acuerdo a lo dispuesto en la respectiva reglamentación, de manera coordinada y articuladamente con las restantes autoridades públicas de control con competencia en la materia, y en especial con la debida coordinación con las fuerzas de seguridad provinciales, de corresponder;
- d) Establecer las normas regulatorias que recepten las mejores prácticas en materia de plantación y cultivo, con sujeción a estándares y certificaciones de calidad a los que deberán ajustarse los sujetos autorizados para el mercado interno y externo, procurando, en la medida de lo posible, la armonización con las regulaciones internacionales más representativas de la industria;
- e) Establecer los requisitos y condiciones necesarios para la autorización de los procesos de producción a implementarse con relación a los productos derivados del cannabis para uso industrial y medicinal;
- f) Realizar auditorías e inspecciones sobre las instalaciones de los sujetos debidamente autorizados, a fin de controlar su correcto funcionamiento, el cumplimiento a la normativa vigente y la autorización otorgada;
- g) Determinar la tasa de fiscalización y control que anualmente abonarán los sujetos alcanzados por esta ley, así como su metodología de pago y recaudación, cuya cuantía será de hasta el CINCO POR MIL (5%) del importe facturado;
- h) Dictar las normas relativas a la caducidad de las autorizaciones administrativas otorgadas al amparo del presente régimen legal y su reglamentación; emitir los actos administrativos de caducidad y emitir normativa que contemple especialmente mecanismos orientados a desalentar las solicitudes de autorizaciones de carácter especulativo, dictando lineamientos que penalicen la falta de uso y/o explotación de las mismas;
- i) Expedir certificaciones de buenas prácticas productivas y brindar informes a las entidades financieras que así lo requieran, relativas a la debida diligencia sobre los y/o las titulares de autorizaciones, en las condiciones que establezca la respectiva reglamentación;
- j) Dictar la normativa conjunta y/o realizar convenios de cooperación, actuando de manera articulada con el Banco Central

de la República Argentina (BCRA), la Comisión Nacional de Valores (CNV), la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP), la Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN), la Inspección General de Justicia (IGJ) y la Unidad de Información Financiera (UIF), entre otros entes públicos, a los fines de establecer normas complementarias orientadas a armonizar, en los términos de la presente ley, las regulaciones de las actividades financieras, bancarias, del mercado de capitales, del mercado bursátil, de prevención de lavado de activos, de seguros y/o aspectos conexos;

- k) Convocar al Consejo Federal para el Desarrollo de la Industria del Cáñamo y Cannabis Medicinal en las oportunidades determinadas en esta ley y, asimismo, cuando lo considere pertinente;
- l) Ejercer toda otra atribución y cumplir las demás obligaciones que se establecen en la presente ley y en su reglamentación;
- m) Efectuar la recaudación de la tasa de control y fiscalización, cobrar los aranceles vinculados a la emisión de licencias y/o autorizaciones, en general de los servicios que brinde, conforme las normas que dicte a dicho efecto;
- n) Convocar al Consejo Consultivo Honorario.

Artículo 8°- Las personas humanas o jurídicas cuyas actividades se encuentren comprendidas en la presente ley no podrán iniciar sus actividades sin contar con la previa autorización de la referida Agencia. Cualquier eventual fusión y/o cesión y/o transmisión de sus acciones y/o fondos de comercio requerirá, también, de una autorización previa y expresa emanada de la autoridad regulatoria.

Artículo 9°- La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) en ocasión de evaluar las solicitudes de autorización para funcionar, deberá analizar y ponderar, en las condiciones fijadas en la respectiva reglamentación, las características del proyecto, las condiciones generales y particulares del mercado, los antecedentes financieros y comerciales del o de la peticionante, los planes de integridad económica y de prevención de lavado de activos y financiación del terrorismo, las medidas de seguridad, su experiencia en actividades afines, el tipo de estructura jurídica con el que vaya a operar el o la solicitante, entre otros recaudos, de conformidad a las condiciones que se establezcan en la reglamentación.

CAPÍTULO IV

DEL CONSEJO FEDERAL DE LA INDUSTRIA DEL CANNABIS MEDICINAL Y EL CÁÑAMO INDUSTRIAL

Artículo 10.- Consejo Federal. Créase el Consejo Federal para el Desarrollo de la Industria del Cáñamo y Cannabis Medicinal que estará constituido por un (1) representante de la Nación y uno (1) por cada provincia y por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, quienes cumplirán funciones de manera honoraria.

Dicho Consejo Federal se reunirá mensualmente, en sesiones ordinarias. Por razones de urgencia podrá ser convocado a sesión extraordinaria por la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) o a requerimiento de, al menos, el cuarenta por ciento (40%) de los integrantes. Fijará su asiento en sesión plenaria con la asistencia de por lo menos dos tercios (2/3) de los miembros. Elaborará sus recomendaciones por mayoría simple de los miembros presentes.

A los efectos de modificar su propio reglamento deberá constituirse en sesión plenaria con la asistencia de por lo menos los dos tercios (2/3) de los miembros.

Artículo 11.- Funciones. El Consejo Federal para el Desarrollo de la Industria del Cáñamo y Cannabis Medicinal tendrá las siguientes funciones:

- a) Reunirse en sesiones ordinarias y extraordinarias y dictar su propio reglamento;
- b) Sugerir criterios de distribución y concesión de autorizaciones a nivel federal y pronunciarse sobre el otorgamiento de las mismas en un informe técnico cuya emisión resultará un requisito esencial de validez del acto administrativo de emisión de autorizaciones y/o licencias, en las condiciones de la reglamentación;
- c) Recomendar a la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) políticas tendientes a un desarrollo armónico de la industria en cada región;
- d) Elevar a la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) propuestas y estudios destinados a mejorar su plan de trabajo a partir del diagnóstico nacional al que se llegue en las reuniones plenarias del Consejo;
- e) Elaborar estudios y diagnósticos en relación a los problemas que surjan de la aplicación de la ley y elevar a la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) propuestas destinadas a mejorar su plan de trabajo.

CAPÍTULO V

DE LAS AUTORIZACIONES

Artículo 12.- Autorización. La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) expedirá las autorizaciones administrativas que permitan la importación, exportación, cultivo, producción industrial, fabricación, comercialización y adquisición, por cualquier título de semillas de la planta de cannabis, del cannabis y de sus productos derivados con fines medicinales o industriales con las previsiones del artículo 1° de la presente ley, con el procedimiento administrativo que establezca la respectiva reglamentación.

La reglamentación deberá contemplar distintas categorías de autorizaciones administrativas sobre la base de criterios objetivos que deberá cumplimentar el o la peticionante, vinculados a las diversas modalidades productivas y de las actividades a desarrollar.

A tales efectos, la reglamentación deberá estipular autorizaciones con respecto a las distintas etapas y actividades del proceso productivo, con el objetivo de garantizar un control adecuado y efectivo de cada una de esas etapas, como así también de la trazabilidad integral de la cadena.

En el otorgamiento de las autorizaciones mencionadas, la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) tendrá especial consideración hacia aquellas solicitudes orientadas a contribuir al desarrollo de las economías regionales y promover la actividad de cooperativas y de pequeñas y medianas empresas productoras agrícolas atendiendo, asimismo, la inclusión de la perspectiva de género y diversidad y proyección federal en su otorgamiento.

Para el otorgamiento de licencias y/o autorizaciones en los territorios de las provincias y/o la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el representante ante el Consejo Federal de la jurisdicción donde vaya a localizarse el proyecto productivo deberá brindar -con carácter previo a la emisión del acto administrativo concediendo o denegando la licencia y/o autorización- un informe técnico conteniendo, además de los restantes recaudos que fije la reglamentación, el análisis del impacto que el mismo tendrá en el desarrollo productivo ordenado de la industria en la provincia, en línea con las realidades de las diferentes economías regionales del país.

La reglamentación determinará las formalidades del referido informe técnico el que se considerará un requisito esencial del acto administrativo de emisión o de denegación de licencias y/o autorizaciones.

La reglamentación establecerá un programa especial de adecuación a la presente norma destinado a los emprendimientos de las organizaciones de la sociedad civil con fines de bien común que han desarrollado especiales saberes, conocimientos y experiencias acerca de los diversos usos medicinales, terapéuticos y paliativos de la planta de cannabis.

A tales fines, la reglamentación deberá prever acciones orientadas a la adecuación de dichas organizaciones de la sociedad civil en el marco de la presente ley, con el objetivo de insertar a los pequeños productores y las pequeñas productoras en la cadena productiva de plantas de cannabis para los usos legalmente autorizados, con trámites especiales en las autorizaciones, tasas sociales para el acceso, apoyos técnicos, entre otras formas de acompañamiento.

La reglamentación promoverá acciones específicas de coordinación que involucren al Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES), organismo descentralizado en el ámbito del Ministerio de Desarrollo Productivo, orientadas a la adecuación de dichas organizaciones de la sociedad civil en el marco de la actividad cooperativa y de los pequeños productores y las pequeñas productoras en la cadena productiva de plantas de cannabis para los usos legalmente autorizados, con trámites especiales en las autorizaciones, tasas sociales para el acceso, apoyos técnicos, entre otras formas de acompañamiento.

Asimismo, el citado Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES) propenderá al dictado de normas que habiliten la inscripción de cooperativas que se constituyan para la producción de plantas de cannabis para los usos autorizados legalmente.

La referida Agencia podrá otorgar licencias y permisos que simplifiquen los trámites y que combinen una o más actividades o etapas de las previstas precedentemente, siempre que se cumplan con los requerimientos establecidos.

Respecto del cáñamo, se encomienda a la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) a disponer un régimen diferencial simplificado para expedir las autorizaciones previstas en este artículo con relación al cáñamo industrial y/u hortícola, teniendo en cuenta las características específicas de dicho sector industrial.

Artículo 13.- Seguimiento y Control de las Autorizaciones. El monitoreo y seguimiento relativo al otorgamiento y/o al cumplimiento de las cargas y obligaciones asignadas a los o las titulares de las autorizaciones otorgadas se estructurará sobre la base de dos (2) componentes:

1) Componente administrativo: evaluación objetiva, control y seguimiento técnico y jurídico de los parámetros requeridos para el otorgamiento de las autorizaciones o de aquellos parámetros sobre los cuales se realizó el otorgamiento, en las

condiciones previstas en la reglamentación.

2) Componente operativo: actividades de seguimiento y evaluación que sean requeridas para la verificación de los parámetros técnicos y jurídicos citados en el componente administrativo y cuyo cumplimiento deba realizarse a nivel operativo como condición relativa al mantenimiento de la autorización, en las condiciones previstas en la reglamentación.

Artículo 14.- Obligaciones del titular de la autorización. El o la titular de una autorización otorgada en el marco de la presente ley deberá cumplir con la totalidad de sus previsiones y cargas, las normas previstas en su reglamentación y las restantes condiciones impuestas en el acto administrativo de otorgamiento.

Si una autorización otorgada en el marco de la presente ley fuera suspendida por cualquiera de las causales reguladas en la respectiva reglamentación, el o la titular deberá cesar completamente y en forma inmediata, las actividades relacionadas con el objeto de la autorización durante el período efectivo de suspensión, a partir de la fecha de notificación del acto administrativo que dispusiera la suspensión.

Cada titular de una autorización otorgada en el marco de la presente ley, deberá poner a disposición del público, material informativo en idioma español relativo al cannabis, en la forma, con los contenidos y durante los plazos que establezca la reglamentación.

El o la titular de una autorización otorgada en el marco de la presente, deberá cumplir con los regímenes de información que fije la referida Agencia en cuanto al control y trazabilidad de todos los procesos productivos e insumos críticos, de conformidad a los plazos y formas que se fije en la reglamentación.

CAPÍTULO VI

RÉGIMEN SANCIONATORIO

Artículo 15.- Infracción. Cualquier infracción al marco regulatorio establecido en la presente ley, en la reglamentación que se dicte o en las condiciones de vigencia de las autorizaciones administrativas otorgadas por la autoridad regulatoria darán lugar a las sanciones administrativas previstas en la presente norma; sin perjuicio de las sanciones penales que correspondan en caso de verificarse delitos de acción pública, conforme lo previsto en los artículos 204, 204 bis, 204 ter, 204 quáter, 204 quinquies y concordantes del Código Penal de la Nación Argentina.

Artículo 16.- Sanciones. El incumplimiento de las disposiciones de la presente ley o de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten, sin perjuicio de las sanciones civiles o penales que pudieran corresponder como consecuencia de sentencias judiciales vinculadas a estos incumplimientos, serán pasibles de las siguientes sanciones, en las condiciones que fije la reglamentación; a saber:

1) Apercibimiento.

2) Multa: cuya cuantía será definida de acuerdo a la gravedad de la infracción verificada y las circunstancias del caso. La sanción de multa será establecida en unidades de valor denominadas “Unidades Fijas” (UF), equivalentes al precio de un (1) litro de combustible gasoil. La multa mínima será de cien Unidades Fijas (100 UF) y la máxima de trescientas mil Unidades Fijas (300.000 UF).

3) Suspensión de la autorización para desarrollar la actividad.

4) Caducidad de la autorización por falta de explotación, en las condiciones fijadas por la reglamentación.

5) Inhabilitación para operar en los plazos previstos en la reglamentación.

Artículo 17.- Las sanciones contempladas en el artículo anterior serán aplicadas por la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) previa instrucción de un sumario, que se sustanciará de acuerdo al procedimiento administrativo que oportunamente se fije por vía reglamentaria, en el que se garantizará el derecho de defensa de los presuntos infractores o las presuntas infractoras.

Las sanciones se graduarán de acuerdo con la naturaleza y gravedad de la infracción verificada, si existe reincidencia, así como por el daño ocasionado, con independencia de la eventual responsabilidad civil y/o penal imputable a los mismos o las mismas.

Artículo 18.- En caso de reincidencia, la reglamentación podrá incrementar hasta dos (2) veces, los máximos de las sanciones previstas en el inciso 2) del artículo 16. Se considerará reincidente a quien, dentro de los tres (3) años anteriores a la fecha de comisión de la infracción imputada, haya sido previamente sancionado por otra infracción de idéntica o similar causa vinculada al régimen de la presente ley.

Artículo 19.- Las acciones para imponer las sanciones previstas en la presente ley prescriben a los cinco (5) años contados a

partir de la fecha en que se hubiere cometido la infracción. El inicio del sumario administrativo previsto en el artículo 17 interrumpirá el curso del plazo de prescripción de la acción.

Artículo 20.- Los ingresos provenientes de las multas reguladas en el artículo 16, inciso 2) serán percibidos por la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) y destinados a gastos operativos y programas de educación para la salud.

Artículo 21.- Establécese la vía ejecutiva para el cobro judicial de las multas del presente Título. A tales fines, constituirá título ejecutivo suficiente, en los términos establecidos en el inciso 7) del artículo 523 del Código Procesal Civil y Comercial de la Nación, el instrumento que por vía reglamentaria determine el Poder Ejecutivo nacional. El juicio de cobro se sustanciará conforme al procedimiento de ejecución fiscal regulado en los artículos 604, 605 y concordantes del Código Procesal Civil y Comercial de la Nación.

CAPÍTULO VII

PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, EMPRENDIMIENTOS Y PYMES

Artículo 22.- La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) articulará programas de investigación con las Universidades Públicas, y los organismos de Ciencia y Técnica de la Nación y de las provincias, orientados a facilitar y promover, en el ámbito de su competencia, la investigación científica vinculada al cannabis y el cáñamo.

Artículo 23.- La Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) articulará con la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los emprendedores programas de financiamiento y apoyo emprendedor orientados a facilitar y promover, en el ámbito de su competencia, el desarrollo de emprendimientos y PyMES vinculadas a las actividades reguladas en la presente ley.

CAPÍTULO VIII

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Artículo 24.- Sustitúyase el artículo 6° de la ley 27.350, el que quedará redactado de la siguiente manera:

Artículo 6°: La autoridad de aplicación tiene la facultad de realizar todas las acciones requeridas para garantizar el aprovisionamiento de los insumos y los derivados necesarios a efectos de llevar a cabo los estudios científicos y médicos de la planta de cannabis con fines medicinales en el marco del programa. A tales fines, podrá abastecerse de la oferta de insumos y derivados generada por aquellos productores o aquellas productoras nacionales debidamente autorizados en el marco de lo dispuesto por la ley del “Marco Regulatorio para el Desarrollo de la Industria del Cannabis Medicinal y el Cáñamo Industrial”, o estará habilitada a solicitar una autorización para su importación frente a la Agencia Regulatoria de la Industria del Cáñamo y del Cannabis Medicinal (ARICCAME) creada por dicha ley. En todos los casos, se priorizará y fomentará la adquisición de insumos y derivados de producción nacional por sobre la importación de los mismos.

Artículo 25.- Aquellos proyectos que hayan sido homologados al amparo de la ley 27.350 y/o que al momento de la sanción de la presente ley se encuentren amparados por normativas provinciales de adhesión a dicha ley, gozarán de un régimen simplificado para la obtención de las autorizaciones y/o licencias.

Artículo 26.- Reglamentación. El Poder Ejecutivo nacional deberá reglamentar la presente ley en un plazo de ciento ochenta (180) días corridos a partir de su publicación en el Boletín Oficial.

Artículo 27.- Comuníquese al Poder Ejecutivo nacional.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS CINCO DÍAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO DOS MIL VEINTIDÓS.

REGISTRADO BAJO EL N° 27669

CLAUDIA LEDESMA ABDALA DE ZAMORA - SERGIO MASSA - Marcelo Jorge Fuentes - Eduardo Cergnul

ANEXO III. RESOLUCIÓN 258/2018

ANEXO

CONDICIONES DE HABILITACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD

ARTÍCULO 1°.- INSPECCIÓN Y ESTUDIO DE SEGURIDAD: Cada uno de los predios e instalaciones que sean utilizados para la siembra, plantación, cultivo y/o cosecha de cannabis deberá someterse a una inspección y a un estudio de seguridad efectuado por personal capacitado dependiente del Ministerio de Seguridad, el cual elaborará un informe indicando un sistema de seguridad que permita la utilización eficiente de los recursos disponibles para su optimización.

ARTÍCULO 2°.- El CONICET y el INTA deberán adecuar las medidas de seguridad de los predios e instalaciones que sean utilizados para la siembra, plantación, cultivo y/o cosecha de cannabis a las pautas realizadas por el titular del Ministerio de Seguridad o el funcionario que este determine con rango no inferior a Subsecretario, conteste a las recomendaciones y al sistema de seguridad propuesto en el Estudio de Seguridad, a los fines de cumplimentar las condiciones de habilitación conforme al acápite 4° del artículo 6° del Decreto 738/2017.

ARTÍCULO 3°.- ÁREAS DE SEGURIDAD RESTRINGIDA: Los predios e instalaciones que sean utilizados para la siembra, plantación, cultivo y/o cosecha de cannabis serán áreas de seguridad restringida, que comprenden los puntos y las áreas que pueden ser traspasados o en los que pueden ingresar exclusivamente aquellas personas y/o vehículos que posean autorización otorgada por la autoridad competente.

ARTÍCULO 4°.- La inspección y el informe de seguridad de los predios e instalaciones que sean utilizados para la siembra, plantación, cultivo y/o cosecha de cannabis deberá abordar, conforme a las especiales circunstancias de cada caso, los siguientes aspectos: la situación medio-ambiental y poblacional de las zonas linderas, las vías de aproximación y escape, las barreras perimétricas exteriores e interiores, los accesos, la iluminación, las medidas de seguridad en los puestos de ingreso y egreso, la guardia y el sistema de guardia, la estructura edilicia para la instalación de cultivo de cannabis - invernadero -, el sistema de detección de intrusiones - videovigilancia y/o cualquier otro dispositivo electrónico de vigilancia - y cualquier otra circunstancia relevante para el fortalecimiento de la seguridad.

ANEXO IV - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR01 - GERMINACIÓN DE SEMILLAS

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo el proceso de germinación de semillas de cannabis.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación únicamente al proceso de germinación.

3. DEFINICIONES

Germinación: es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.

Diagrama de flujo: es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

Radícula: constituye la primera raíz rudimentaria en el embrión. A partir de la radícula se forman raíces secundarias y pelillos que mejoran la absorción de los nutrientes.

Hipocótilo: es el tallo de la plántula, presente en la semilla, entre los cotiledones y la radícula.

Cotiledones: son las hojas primordiales constitutivas de la semilla. También llamadas “hojas falsas”.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

Para una correcta germinación de la semilla, es vital controlar los siguientes parámetros:

- Hidratación
- Temperatura ambiental
- Circulación de aire

Hidratación:

Sumergir las semillas en agua permite que la humedad atraviese la cáscara protectora de la semilla en cuestión de minutos. Una vez dentro, la humedad continúa extendiéndose para activar la producción de hormonas, que se encuentran en estado latente.

Luego de que la semilla se embebe en agua, la radícula se hace visible, emerge el hipocótilo y los cotiledones se despliegan por encima de la superficie (Fig. 32). La presencia de la humedad debe ser constante para transportar los nutrientes, hormonas y agua necesaria para que continúen los procesos vitales.

Se prefiere la utilización de agua destilada o filtrada, ya que prácticamente no contendrá sólidos disueltos que puedan interrumpir los procesos químicos internos o quitar humedad de la semilla. Para que sea adecuada, el agua debe tener un nivel estable de pH que puede variar entre 5,5 y 6,5. Además, su electroconductividad (EC) debe ser lo más cercana a 0 posible.

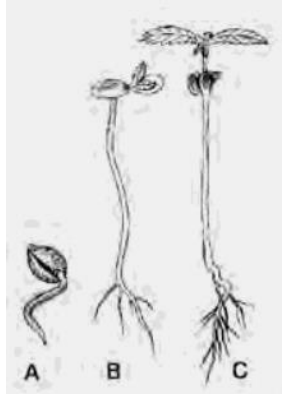
Temperatura ambiental:

El desarrollo ideal de las semillas de cannabis se produce a 25 °C. Si la temperatura es baja, se retrasa la germinación, y, si es alta, la química de la semilla se ve alterada, provocando

una germinación deficiente. Las temperaturas mínimas y máximas permitidas son de 21 °C y 32 °C respectivamente.

Figura 31

A: Radícula visible; B: Cotiledones desdoblados; C: Primer par de hojas.



Circulación de aire:

Las semillas necesitan aire para germinar, debido a su contenido de oxígeno. Los medios de cultivo húmedos y apelmazados cortarían el abastecimiento de oxígeno y la semilla se ahogará. Plantar las semillas a demasiada profundidad también causará una mala germinación, ya que, los brotes no tendrán almacenada la energía suficiente como para abrirse paso a través de una gruesa capa de tierra antes de emerger. Se debe plantar la semilla al doble de profundidad del ancho de la misma.

5.2. Materiales y herramientas

1. Placa de Petri
2. Agua desmineralizada
3. Turba prensada
4. Guantes de látex
5. Pinza de precisión
6. Termohigrómetro digital

7. Luxómetro
8. Medidor de pH y conductividad eléctrica

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: idealmente igual a 0, con límites máximos de 0,4 mS/cm³.
- Temperatura: 21 a 32 °C
- Humedad ambiental: 70 a 90%
- Iluminación: < 10.000 lúmenes cuando comience el ciclo. Período de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad.

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

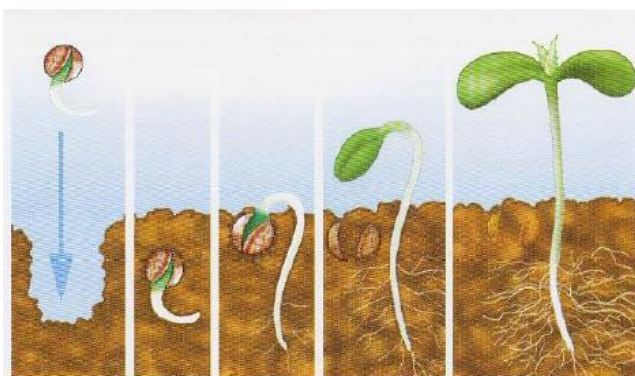
5.4. Procedimiento

1. La germinación se llevará a cabo en 4 placas de Petri. Por lo tanto, lo primero a realizar será la desinfección de estas placas.
2. Para hidratar la semilla se colocará agua desmineralizada en cada placa, luego se depositarán las 28 semillas a germinar (7 en cada placa), y finalmente se dejará reposar por al menos 12 horas en oscuridad.
3. Cuando se note que la radícula comienza a salir de la semilla se retirará el excedente de agua.

4. Una vez retirada el agua se envolverán las semillas en una toalla de papel húmeda. Luego se procederá a colocarlas nuevamente en la placa de Petri, pero, esta vez se tapaná la misma para conservar la humedad.
5. Si hasta este momento la radícula no alcanza los 2 centímetros de longitud, se pondrá a reposar más tiempo hasta que la radícula llegue a este largo (puede llevar otras 12 horas).
6. Una vez que se note que las radículas de todas las semillas han crecido lo suficiente, será hora de trasplantar las semillas a la turba donde permanecerán al menos 6 días. A partir de este momento comenzará un ciclo de luz de 24 horas diarias. En el transcurso de estos días se observará que saldrán los cotiledones.
7. Para posicionar la semilla se realiza un pequeño hueco en la turba y con la pinza de precisión se coloca la semilla asegurándose que quede la cabeza hacia arriba.
8. Una vez puestas todas las semillas en su correspondiente sustrato, se colocarán sobre una bandeja que permita mantener un pequeño nivel de agua para que el sustrato pueda estar siempre hidratado.
9. Cuando se note que salen las primeras 2 hojas verdaderas (distintas de los cotiledones) será el momento adecuado para pasar las plantas con su sustrato al propagador para cultivos de cannabis.

Figura 32

Etapas de germinación de la semilla



ANEXO V - PROCEDIMIENTO SG-CU-PR02 – PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la preparación de las soluciones nutritiva del cultivo hidropónico en las distintas etapas del proceso.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación a los procesos de desarrollo de plántula, crecimiento vegetativo y floración.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

Los fertilizantes hidropónicos de calidad disponen de todos los macro y micronutrientes necesarios para una asimilación de los nutrientes y un crecimiento rápido.

Las plantas utilizan tanta agua que las soluciones nutrientes necesitan reponerse con regularidad. El agua se usa a un ritmo mucho más rápido que los nutrientes. Rellenar el depósito con agua con el pH ajustado mantendrá la solución relativamente equilibrada durante una semana o dos.

En la siguiente tabla se muestran los límites aproximados de cada nutriente, expresados en ppm. Las concentraciones no deberán desviarse de estos niveles para evitar deficiencias o exceso de nutrientes.

Tabla 22

Concentraciones límites de la solución nutritiva

NUTRIENTE	LÍMITES [mg/L]	MEDIA [mg/L]
NITRÓGENO	150 - 1.000	250
CALCIO	100 - 500	200
MAGNESIO	50 - 100	75
FÓSFORO	50 - 100	80
POTASIO	100 - 400	300
AZUFRE	200 - 1.000	400
COBRE	0,1 - 0,5	0,2
BORO	0,5 - 5	1
HIERRO	2 - 10	5
MANGANESO	0,5 - 5	2
MOLIBDENO	0,01 - 0,05	0,02
ZINC	0,5-1	0,5

Fuente: Jorge Cervantes

El solvente donde se mezclan las sales para formar la solución nutritiva es el agua. Es muy importante conocer las características fisicoquímicas del agua, por lo que se deberán realizar análisis de pH, EC y dureza de ser necesario. Al utilizar agua desmineralizada el análisis de dureza no se realizará. La medición de pH y EC sí se hará pero probablemente no sea necesario ajustar los valores de estos. El pH debe estar en un rango de 5,5 a 6,5, fuera de este rango los nutrientes no son absorbidos por la raíz. Los medidores de conductividad eléctrica sirven para controlar fácilmente la evolución de la concentración de sales en la solución, en la *Tabla 22* se muestran los valores óptimos de EC a lo largo de las diferentes etapas del cultivo.

Tabla 23

Valores óptimos de conductividad eléctrica

Etapa	Conductividad Eléctrica (mS/cm³)
Clonación	0,2 - 0,4
Vegetación	1,6 - 1,8
Prefloración	1,8 - 20
Etapa final de floración	2,4 - 2,6

Al igual que el pH y la conductividad eléctrica, es de vital importancia monitorear constantemente la temperatura de la solución nutritiva, la cual debe estar idealmente entre 18°C y 20°C. A mayor temperatura, menor será la cantidad de oxígeno disuelto en la solución, lo que puede afectar el crecimiento de las plantas. Mientras que, a menor temperatura, mayor será la cantidad de oxígeno disuelto, pero disminuirá el metabolismo de la planta.

La cantidad de fertilizante a utilizar por unidad de volumen de agua dependerá exclusivamente de cada producto. A la hora de introducir el hidrofertilizante en el agua, es importante seguir las instrucciones que vendrán indicadas por el proveedor.

El kit de nutrientes seleccionado contiene 40 litros de solución concentrada, dividido en dos recipientes de 20 litros, uno con macronutrientes (Solución A) y el otro con micronutrientes (Solución B). Este servirá para preparar de 10.000 a 15.000 litros de solución nutritiva.

Composición química:

- Nitrógeno [N]-----10,50%
- Potasio [K]-----10,71% %
- Fósforo [P]-----1,53%
- Calcio [Ca]-----5,88%
- Magnesio [Mg]-----1,93%
- Azufre [S]-----6,29%
- Hierro [Fe]-----0,08%
- Boro [B]-----0,06%

- Manganeseo [Mn]-----0,06%
- Zinc [Zn] -----0,03%
- Molibdeno [Mo]-----0,00%
- Cobre [Cu]-----0,01%
- Cloro [Cl]-----0,00%
- Sodio [Na]-----0,00%

5.2. Materiales y herramientas

1. Agua desmineralizada o filtrada
2. Kit de soluciones de macronutrientes y micronutrientes
3. Ácido fosfórico (H_3PO_4) al 42%
4. Hidróxido de potasio (NaOH) al 10%.
5. Termómetro digital sumergible
6. Medidor de pH y conductividad eléctrica

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: valores declarados en la tabla 22. En el caso de que sean menores que los mismos no se corregirá.
- Temperatura del agua: 18 a 25°C

En el caso de ser necesario corregir el pH de la solución, se contará con un reductor de ácido fosfórico al 42% y un elevador de pH constituido por hidróxido de potasio al 10%.

5.4. Procedimiento

1. Diluir la Solución Concentrada A (macronutrientes) en el agua del sistema de riego hidropónico.
2. Diluir la Solución Concentrada B (micronutrientes) en el agua del sistema de riego hidropónico a la cual previamente se le agregó la solución A.
3. La dosis dependerá de la etapa en la que se encuentre la planta.
 - **Desarrollo de plántulas:** 10 cm³ de solución MACRO (A) y 10 cm³ de solución MICRO (B) diluidos por cada 10 litros de agua.
 - **Crecimiento vegetativo:** 20 cm³ de solución MACRO (A) y 20 cm³ de solución MICRO (B) diluidos por cada 10 litros de agua.
 - **Floración:** 30 cm³ de solución MACRO (A) y 30 cm³ de solución MICRO (B) diluidos por cada 10 litros de agua.

ANEXO VI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR03 – DESARROLLO DE PLÁNTULA

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la fase de desarrollo de la plántula.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación únicamente al proceso de desarrollo de plántula.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

Propagador de cultivos: Un propagador es similar a un invernadero, pero, de tamaño chico, este permite enraizar esquejes, germinar semillas y desarrollar pequeñas plántulas. Se pueden sellar herméticamente para obtener humedades altas. Contiene unas pequeñas ventanas o rejillas que permiten graduar el porcentaje de humedad, mientras más abiertas estén menor será la humedad. Se pueden encontrar de diferentes tamaños, pero en general son de 34 x 21 centímetros. En uno de estos pueden entrar hasta 54 esquejes o plántulas.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

Durante el desarrollo de la plántula, las raíces crecen y se extienden absorbiendo nutrientes y agua. En este punto de crecimiento, el calor y el agua son de vital importancia. El nuevo y frágil sistema de raíces es muy pequeño y requiere de un suministro también escaso pero constante de agua y calor. Demasiada agua hará que las raíces se pudran. Por el contrario, la carencia de agua hará que el incipiente sistema de raíces se seque.

Los plántones deberán recibir entre 16 y 18 horas de luz cada día para mantener un crecimiento fuerte y sano. Para esta etapa, la temperatura deberá estar en el rango de 20 a 25 °C y la humedad en 70 a 80 %. Es importante mantener limpio el entorno y controlar el exceso de humedad, ya que, en esta fase la planta es vulnerable a enfermedades y hongos.

Durante las primeras etapas de vida, las plántulas obtienen parte de su energía de las reservas contenidas en la propia semilla. Mientras van desarrollando las raíces, pueden absorber agua a través de las hojas. Cuando las plantas hayan desarrollado sus primeros pares de hojas verdaderas (hojas con 5-7 dedos), dejarán de considerarse plántulas y oficialmente habrán entrado en la fase vegetativa. El crecimiento rápido y un follaje verde brillante indican que las plántulas están sanas.

El estado de plántula finaliza cuando se inicia el rápido crecimiento del follaje. Este desarrollo rápido por encima del nivel del suelo es el principio de crecimiento vegetativo. Las plantas necesitan más espacio para crecer y suelen trasplantarse a un contenedor de mayores dimensiones.

5.2. Materiales y herramientas

- Canasta de cultivo
- Propagador de cultivos de cannabis
- Soluciones nutritivas
- Arcilla expandida
- Termohigrómetro Digital
- Medidor de pH y conductividad eléctrica
- Luxómetro

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: con límites máximos de 1,8 mS/cm³
- Temperatura: 20 a 25 °C
- Humedad ambiental: 70 a 80%
- Iluminación: 10.000 lúmenes/m². Período de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad.

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

5.4. Procedimiento

1. Antes de comenzar con esta etapa se realizará una limpieza y desinfección profunda de todo el sistema.
2. Se llevarán las plantas con su sustrato a la canasta y se rodeará esta con la Arcilla expandida para que quede fija, luego se coloca en el propagador de cultivos.

3. Se conecta el aireador.
4. Pasadas las 2 semanas desde el inicio de la germinación se comienzan a aplicar abonos. Se realizará la solución nutritiva para esta etapa según el Procedimiento SG-CU-PR02 y se intercambia el agua por esta solución.
5. En este momento se cambiará el ciclo de luz de 24 horas a 18 horas luz/día.
6. Una vez cumplida las dos semanas en esta fase, las plántulas estarán listas para ser movidas al sistema NFT, es decir, a la etapa de vegetación como tal.

Controles diarios

- Se medirá el pH solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario se corregirá con solución ácida o básica.
- Se medirá la conductividad de la solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario se corregirá con solución de micronutrientes.
- Se comprobará el crecimiento de las raíces y se verificará que haya desarrollo en relación a los días anteriores.
- Al mismo tiempo que se compruebe el desarrollo de las raíces, también se verificará que no se estén formando hongos ni algas.

ANEXO VII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR04 - CRECIMIENTO VEGETATIVO

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la fase de crecimiento vegetativo de la planta de cannabis.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación únicamente al proceso de crecimiento vegetativo.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

Una vez que se ha creado un sistema de raíces fuerte, el crecimiento del follaje aumenta con rapidez, las plántulas entran en el estado de crecimiento vegetativo. Cuando la producción de clorofila va a toda velocidad, una planta producirá tanto follaje verde como permitan la luz, el CO₂, los nutrientes y el agua. Con cuidados adecuados, el cannabis puede crecer entre tres y seis centímetros al día. Una planta a la que se impide el desarrollo puede tardar semanas en iniciar su crecimiento normal. Un sistema de raíces fuerte y sin limitaciones es fundamental para proporcionar el agua y los nutrientes a la planta. Un crecimiento vegetativo sin

impedimentos es la clave para una buena cosecha. Durante este crecimiento se precisan niveles altos de nitrógeno; además, el consumo de potasio, fósforo, calcio, magnesio, azufre y oligoelementos crece a un ritmo más rápido.

Se tendrá en cuenta que, durante el estado de floración, la planta desarrollará el doble de crecimiento con respecto a su etapa de vegetación. Por lo tanto, se hará énfasis en no alcanzar niveles de altura que superen la altura máxima del recinto. Entonces, para esta etapa, se propone una altura máxima de crecimiento vegetativo de 70 cm, a fin de poder alcanzar una altura de 140 cm en la fase de floración.

Las plántulas pueden crecer entre 1 a 5 cm al día. Su desarrollo estará afectado por factores como los lúmenes recibidos, calidad de los nutrientes, condiciones de ventilación, temperatura y humedad.

Regularmente las plantas deberán podarse. La poda consistirá en retirar las hojas que presenten marchitamiento y senescencia avanzada en cualquier parte de la planta, para así mejorar la entrada de luz y circulación del aire.

Para la fase vegetativa, la temperatura del invernadero deberá estar entre 20 y 26 °C, mientras que, la humedad tendrá que rondar los 40 a 70 %. Al igual que cuando la planta empieza a desarrollarse, el período de iluminación continuará siendo de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad. El tiempo estimado de vegetación es de 4 semanas.

5.2. Materiales y herramientas

- Tijeras de poda
- Soluciones nutritivas
- Medidor de pH y conductividad eléctrica
- Luxómetro

- Termohigrómetro digital

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: con límites máximos de 1,8 mS/cm³
- Temperatura: 20 a 26 °C
- Humedad ambiental: 40 a 70%
- Iluminación: 20.000 lúmenes/m². Período de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad.

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

5.4. Procedimiento

1. Antes de comenzar con esta etapa se realiza una limpieza y desinfección profunda de todo el sistema NFT, bombas, caños, etc.
2. Se coloca la iluminaria a la altura y posición adecuada, como así también, los ventiladores.
3. Cada una semana se cambiará completamente la solución nutritiva.
4. Se realizará la solución nutritiva para esta etapa según el Procedimiento SG-CU-PR02.
5. Se realizarán podas en la parte superior de las plantas para promover un crecimiento hacia los costados y llenar más el área de cultivo.
6. Se retirarán las hojas en mal estado, esto promoverá el crecimiento de nuevas hojas más verdes y sanas.

7. Una vez transcurridas 4 semanas en esta etapa, será el momento apto para trasplantar el cultivo a la fase de floración.

Controles diarios

- Se medirá el pH solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario se corregirá con solución ácida o básica.
- Se medirá la conductividad de la solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario se corregirá con solución de micronutrientes.
- Se comprobará el crecimiento de las raíces y se verificará que haya desarrollo en relación a los días anteriores.
- Al mismo tiempo que se compruebe el desarrollo de las raíces, también se verificará que no se estén formando hongos ni algas.
- Control de la altura de las lámparas según el crecimiento de las plantas. Se utilizarán luxómetros para verificar que el flujo luminoso sea el adecuado.
- Verificación de las raíces para ver que no haya síntomas de estrés debido a la transferencia de etapa.
- Se verificará que la altura y la posición de los ventiladores sea la adecuada según el desarrollo de las plantas.
- En esta etapa, al igual que en la de floración, es crucial el control de plagas, por lo que se verificará cada día que estas no se encuentren presente.

ANEXO VIII – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR05 – PRODUCCIÓN DE ESQUEJES

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la fase de selección de plantas madre y producción de esquejes.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación a los procesos de selección de plantas madre y clonación.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

Clonación: La clonación de cannabis es un método que permite obtener una réplica exacta de una determinada planta. De esta forma, se podrá saber exactamente la manera en la que crecerá el nuevo clon o esqueje, y conocerá las características que desarrollará.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

La clonación permitirá obtener nuevas plantas de cannabis a parte de una parte de la planta madre (esquejes). El esqueje desarrollará raíces propias y crecerá como una planta casi idéntica a la planta madre. Con lo clonación es posible obtener plantas de manera más fácil, rápida y económica, ya que no se necesitarán nuevas semillas ni germinar estas.

Una vez que se haya cumplido el primer ciclo de cultivo, se deberá sacar dos plantas madre de la etapa de vegetación antes de que pasen a la etapa de floración. De estas partiremos para realizar los esquejes que luego entrarán nuevamente a la etapa de vegetación, reanudando así el ciclo.

Los cortes de rama vegetativas jóvenes deben hacerse de tamaños de entre 10 y 45 centímetros de largo, el mismo debe ser un corte diagonal en 45 grados, lo que promoverá una superficie mayor de enraizamiento, la hoja con la que se realice el corte debe estar esterilizada para no contaminar el esqueje. Una vez hecho este proceso, deben situarse en agua pura.

Para este proceso se suele utilizar geles hormonales, son frecuentes productos que contienen ácido indol-3-butírico (AIB) al 0.3% considerado regulador de crecimiento vegetal. Las hormonas son las que permiten que los esquejes y plantas desarrollen un sistema radicular fuerte y sano.

La luz debe ser muy moderada en los primeros en los primeros 10 – 15 días, se prevé 10.000 lúmenes/m², a una distancia de no menos de 25 centímetros. En esta etapa se prioriza el desarrollo de las raíces para su subsistencia, por lo tanto, no necesitan tanta luz para crecer. Estos clones deberían echar raíces a la segunda semana de haberlos cortados, como señal de que se ha producido un enraizamiento correcto, podremos ver el desarrollo de nuevas hojas.

Una vez comprobado el desarrollo de raíces, el clon ya está listo para entrar en su segunda fase, como si fuera un plantín o una planta joven normal. Si en cambio, aún no ha desarrollado raíces, se puede prolongar esta etapa hasta el mes.

5.2. Materiales y herramientas

- Cubos de lana de roca
- Agua destilada

- Hormonas enraizadoras
- Tijeras o navajas para esquejes
- Medidor de pH y conductividad eléctrica
- Termohigrómetro digital

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: con límites máximos de 0,4 mS/cm³
- Temperatura: 21 a 32 °C
- Humedad ambiental: 70 a 90%
- Iluminación: 10.000 lúmenes/m². Período de 18 horas de luz y 6 horas de oscuridad.

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

5.4. Procedimiento

1. Antes de comenzar con esta etapa se realizará una limpieza y desinfección profunda de todo el sistema.
2. Luego de 3 semanas de crecimiento vegetativo altamente controlado, será posible la selección de 2 plantas madre.
3. Para la elección de plantas madre se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:
 - **Germinación y enraizado:** Se preferirán clones de plantas que hayan realizado la germinación en tiempo y forma y que más vigor

demonstraron en esta fase. Además, será un parámetro importante la producción de raíces que haya desarrollado la planta. Un sistema radicular sano, fuerte y bien establecido suele ser sinónimo de plantas sanas y de crecimiento vigoroso.

- **Vigor vegetativo:** Serán preferibles plantas que durante la fase de crecimiento hayan demostrado buen vigor vegetativo.

Obviamente, será necesario llevar un control de todas las plantas, registrando los resultados y problemas ocurridos, con el fin de seleccionar las mejores plantas posibles.

4. Una vez seleccionadas las madres se comenzará con el proceso de clonado. Es ideal que la rama de la que se cortará el esqueje tenga al menos 3 nudos. Elegir una rama que tenga unos 10 cm a 20 cm desde su punta hasta el nudo y con un espesor de entre 2,5 y 5 mm.
5. Cortar el esqueje con un corte limpio a 45°, 2 o 3 cm por debajo del tercer nudo con unas tijeras esterilizadas.
6. Cortar las ramas laterales sobrantes para promover el crecimiento de las raíces.
7. Recortar las puntas de las hojas del esqueje para evitar su deshidratación y ahorrarles el gasto de energía.
8. Sumergir el esqueje en un recipiente con agua destilada para evitar que entren burbujas de aire en el tallo.
9. Una vez listos los clones, preparar el sustrato. Al utilizar lana de roca será necesario haberla dejado en remojo durante 24 horas en agua con pH 4,5.
10. Arrancar una o dos tiras finas de forma delicada del lado opuesto al corte transversal de 45° para dejar sin piel esa zona.

11. Mojar el corte del esqueje con hormonas de enraizamiento para estimular el crecimiento radicular.
12. Esperar unos 10-20 segundos y colocar el esqueje en los cubos de lana de roca preparados previamente, sujetando el tallo con firmeza para que no se doble.
13. Asegurar que el esqueje tenga un buen contacto con el medio, presionando de forma suave los laterales sin romper el tallo.
14. Colocar los esquejes en el propagador de cultivos de cannabis o aeroclonador.
A partir de este momento ya se puede considerar a los esquejes realizados como plántulas. Es decir, luego de finalizado este proceso de clonación continua el desarrollo de la plántula, para el cual se aplica el procedimiento SG-CU-PR03.

ANEXO IX – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR06 - FASE DE FLORACIÓN

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la fase de floración de la planta de cannabis.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación únicamente al proceso de floración.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

Tricomas: Constituyen la fuente de resina y cannabinoides de la planta de cannabis. Son pequeñas esferas de resina que recubren las hojas, las flores y las ramas de la planta, dándole un aspecto blanco y helado.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

La floración es la etapa final de crecimiento de una planta de cannabis. Aquí es cuando las plantas comienzan a desarrollar sus flores.

Dentro de la floración existen tres subfases:

- **Inicio de la flor (semana 1-3):** la planta continuará creciendo y las hembras desarrollarán preflores, crecerán pistillos o pelos blancos, que son el comienzo de los brotes.
- **Mediados de floración (semana 4-5):** la planta en sí dejará de crecer y los cogollos empezarán a engordar.
- **Floración avanzada (semana 6 en adelante):** la densidad de tricomas aumentará y las plantas se volverán muy resinosas.

En todo este proceso los requerimientos nutricionales cambian con respecto a la vegetación, los tallos se alargan, las hojas se desarrollan con menos folíolos, la producción de cannabinoides se ralentiza al principio y luego, se acelera. La producción de clorofila, que requiere mucho nitrógeno, va decreciendo; mientras, la absorción de fósforo y potasio se incrementa para promover la formación de flores.

Para una correcta floración, los requerimientos de temperatura serán de 20 a 27 °C, la humedad entre 40 a 60 %. En este caso, el fotoperiodo será de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Al final de la floración, las glándulas de resina que recubren las flores dejan de hincharse y empiezan a cambiar de color, adoptando tonos ámbar que indican al cultivador que ha llegado la hora de cosechar las plantas. El tiempo estimado de floración es de 12 semanas.

5.2. Materiales y herramientas

- Red de celosía flexible
- Soluciones nutritivas
- Medidor de pH y conductividad eléctrica
- Luxómetro

- Termohigrómetro digital

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar inicialmente y en todo momento las siguientes condiciones:

- pH del agua: entre 5,5 y 6,5
- Conductividad eléctrica: con límites máximos de 2,6 mS/cm³
- Temperatura: 20 a 27 °C
- Humedad ambiental: 40 a 60%
- Iluminación: 50.000 lúmenes/m². Período de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

5.4. Procedimiento

1. Luego de una cosecha las instalaciones suelen ensuciarse en gran manera. Por lo tanto, habrá que realizar una limpieza profunda de toda la instalación.
2. Luego de trasplantar el cultivo, se colocará un sistema de hilos y redes para mantener la estabilidad de las plantas.
3. Se colocará la iluminaria a la altura adecuada, como así también, los ventiladores.
4. Se programará la iluminaria para que se cumpla el ciclo de 12 horas de luz/día.
5. Se realizará la solución nutritiva para esta etapa según el Procedimiento SG-CU-PR02.

6. Una semana antes del fin de la etapa de floración se cambiará la solución nutritiva y se llenaran los tanques con agua filtrada. Esto permite el lavado de raíces y ayudará a tener un producto final con mejor aroma y mejor gusto.

Controles diarios

- Se medirá el pH solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario, se corregirá con solución ácida o básica.
- Se medirá la conductividad de la solución nutritiva cada día, en caso de ser necesario se corregirá con solución de micronutrientes.
- Se comprobará el crecimiento de las raíces y se verificará que haya desarrollo en relación a los días anteriores.
- Al mismo tiempo que se compruebe el desarrollo de las raíces, también se verificará que no se estén formando hongos ni algas.
- Control de la altura de las lámparas según el crecimiento de las plantas. Se utilizarán luxómetros para verificar que el flujo luminoso sea el adecuado.
- Verificación de las raíces para ver que no haya síntomas de estrés debido a la transferencia de etapa.
- Se verificará que la altura y la posición de los ventiladores sea la adecuada según el desarrollo de las plantas.
- En esta etapa también es crucial el control de plagas, por lo que se verificará cada día que estas no se encuentren presente.

ANEXO X – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR07 – COSECHA Y SECADO

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo la fase de cosecha de las flores de la planta de cannabis y secado de las mismas.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación al proceso de cosecha y al de secado.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

Tricomas: Constituyen la fuente de resina y cannabinoides de la planta de cannabis. Son pequeñas esferas de resina que recubren las hojas, las flores y las ramas de la planta, dándole un aspecto blanco y helado.

Cáliz: El cáliz es la primera parte de la flor de cannabis que brota del nudo. Estas estructuras inician su vida como una agrupación de pequeñas hojas y con el tiempo se convierten en flores plenamente desarrolladas. Se encuentran en la base de cada cogollo y albergan los órganos reproductores. Son la parte más resinosa de una flor de cannabis y su función es brindar soporte estructural.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

En general, cada cepa tiene su propio período de floración estimado. Este dato resulta útil para calcular el momento de la cosecha, pero no siempre es exacto. Los factores ambientales pueden alargar o acortar la fase de floración. Las variedades índica maduran con más rapidez y suelen florecer durante un período de 6-8 semanas, mientras que la floración de las sativas suele durar entre 8-12 semanas.

Para determinar el momento exacto para cosechar se deben tener en cuenta las siguientes señales:

- **Las hojas de abanico empiezan a ponerse amarillas:** Las hojas de abanico son las hojas grandes y anchas que brotan durante la fase vegetativa. Estas transforman la luz en azúcares, necesarios para obtener energía. Cuando se acerca el momento de la cosecha, estas hojas empezarán a amarillarse y pueden incluso caerse. Esto ocurre porque la planta está prescindiendo de estos tejidos para poder dirigir la mayor cantidad de energía posible hacia las flores.
- **Los tricomas cambian de aspecto:** Vigilar los tricomas es una manera precisa de detectar si las flores están alcanzando la madurez. Cuando la floración está más avanzada, estas glándulas adquieren un color blanquecino o lechoso. Este cambio indica una mayor producción de cannabinoides. Una vez que los tricomas se vuelvan de color ámbar, será el momento de realizar la cosecha. Para determinar esto se necesitará una lupa de al menos 10 aumentos o un microscopio de mínimo 30 aumentos.
- **Los cálices engordan:** Cuando las flores se acercan a la madurez, los cálices empiezan a hincharse. Esto es señal de que están preparándose para contener las

semillas, en caso de ser polinizadas por una planta macho. Observar los cálices con lupa, de forma rutinaria, para ir vigilando su tamaño.

Para la cosecha se debe disponer de tijeras de podar para realizar un corte limpio, previamente esterilizadas, esto se puede hacer dejándolas unas horas sumergidas en alcohol etílico con el objetivo de evitar la transmisión de alguna patología. Primero, se corta el tallo al cual está sujeto el cogollo de la planta, luego, las hojas más grandes, y, por último, todas las puntas de las hojas que salen de las flores (manicurado).

El proceso de manicura consiste en cortar las hojas o puntas de las hojas sobrantes que no tengan tricomas, con el fin de adelantar el proceso de secado y evitar que se degrade más rápido el CBD después de la cosecha.

Si se suman los tiempos de las fases anteriores, la primera cosecha deberá ser realizada alrededor de 20 semanas después de iniciada la germinación de la semilla. Después de transcurrido este tiempo, como se mencionó anteriormente, se realizarán cosechas cada 6 semanas.

Apenas sean cosechadas las flores se deben llevar al cuarto de secado. El secado es esencial para eliminar la humedad del exterior de las flores y evitar la formación de moho. Se deberá colocar el producto sobre una rejilla de secado. Para unos resultados ideal, el cannabis debe secarse lentamente, debido a esto, es importante el control de la temperatura y la humedad. El espacio de secado debería tener una temperatura entre los 15 y 18 °C, temperaturas superiores generará que los terpenos de la flor se evaporen. En este proceso, el contenido de agua en el producto debe reducirse de aproximadamente el 75% al 10-15%.

La humedad relativa del cuarto no deberá superar el 60 % los primeros 4 días. Posterior a esos días se permitirá una humedad mayor con el fin de ralentizar el proceso, ya que, un secado muy rápido puede llevar a la degradación de los componentes activos de la flor.

En caso de que la humedad sea muy elevada se puede utilizar ventiladores y un deshumidificador.

5.2. Materiales y herramientas

- Tijeras para cosecha
- Alcohol etílico al 70%.
- Guantes de plástico
- Bandeja de plástico
- Mallas de secado

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar durante el secado las siguientes condiciones:

- Temperatura: 15 a 18 °C
- Humedad ambiental: 50 a 60%
- Iluminación: A oscuras

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

Antes de empezar, se deberá preparar el lugar de trabajo. Además, es vital limpiar las herramientas y lavarse las manos, usar guantes de plástico cuando se toca la planta y frotar alcohol en las herramientas si se ponen muy pegajosas.

5.4. Procedimiento

1. Cortar la planta y sus ramas. Se deberá cortar la planta en su base y luego cortar las ramas una por una.

2. Dividir las ramas en flores individuales y manicurar con tijeras cada una por separado. Trabajar sobre una superficie limpia (mesa grande) y manteniendo el orden.
3. Llevar al cuarto de secado y colocar las flores sobre las mallas de secado. Procurar dejar espacios libres entre cada una para evitar acumulación de humedad.
4. Observar las flores atentamente cada día y manipularlas para comprobar su nivel de humedad. En algún momento, al intentar doblar las ramas, estas se romperán en lugar de doblarse, cuando esto suceda es momento de avanzar al curado del producto. Las flores se secan desde el exterior hacia el interior, por ello es importante realizar las verificaciones, ya que, a simple vista no se puede determinar realmente si el producto concluyó su etapa de secado. El tiempo estimado de este proceso es de 2 semanas.
5. Una vez secado el producto, se procede a enviar una muestra al laboratorio para medir, entre otros compuestos, sus niveles de THC/CBD.

ANEXO XI – PROCEDIMIENTO SG-CU-PR08 – CURADO Y ALMACENAMIENTO

1. OBJETIVO

Establecer una metodología adecuada para llevar a cabo el curado y almacenamiento de las flores de cannabis obtenidas.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es de aplicación al proceso de curado y almacenamiento.

3. DEFINICIONES

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de las etapas de un proceso o procedimiento de acuerdo a unas convenciones universales.

4. RESPONSABLES

Personal técnico encargado de esta etapa del proceso.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

El secado se centra en la eliminación de agua y humedad, aumentando la resistencia frente a diferentes hongos y otros patógenos. A su vez, el proceso de secado genera diferentes compuestos que se traducen en un sabor un tanto desagradable del producto, por lo que es necesario un curado para que estos compuestos se degraden, adquiriendo mejores características organolépticas, y conservando los terpenos. Además, el proceso de curado también posibilita una mayor concentración de cannabinoides.

No se puede comenzar el proceso de curado hasta que las flores se hayan secado al nivel correcto (10-15% de humedad). Si tiene demasiada humedad atrapada en su interior, se formará moho y echará a perder el producto.

Durante el curado, es fundamental controlar la temperatura, humedad y evitar la exposición a la luz, debido a que, se pueden degradar varios cannabinoides y terpenos muy valiosos.

Una vez finalizado este último proceso, el producto terminado quedará almacenado hasta su posterior recolección.

5.2. Materiales y herramientas

- Bolsas herméticas

5.3. Condiciones iniciales y requerimientos

Se deberá controlar durante el curado y almacenamiento las siguientes condiciones:

- Temperatura: 15 a 18 °C
- Humedad ambiental: 50 a 60%
- Iluminación: A oscuras

En el caso de que algunas de estas magnitudes no se encuentren en sus valores especificados aplicar las medidas correctivas necesarias.

5.4. Procedimiento

- Colocar las flores dentro de las bolsas herméticas, sin apretar demasiado, llenándolas hasta el 75% de su capacidad. Es importante dejar espacio para el aire.

- Luego de introducir las flores hasta completar $\frac{3}{4}$ de la bolsa se procederá a su pesaje. Esto ayudará a determinar al final del curado qué porcentaje de agua se perdió.
- Almacenar en el gabinete donde permanecerán a oscuras.
- Durante el periodo de curado, es importante que una vez al día sean abiertos los recipientes para que la humedad no genere moho.
- Una vez culminada esta fase, las flores volverán a ser pesadas para tener un valor final del peso del producto terminado. El tiempo estimado de curado es de 4 semanas.