

Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos

Hidroponía en lechuga:

**Aplicación de BPA y BPM para la
obtención de un producto de calidad.**



Autores
Carranza, Tomas
Scattolini, Andres
Vexenat, Leticia

2019



Tutor:

Ing. Agr. María, Mondino

Evaluadores:

Dra. María Alejandra, Pérez

Biol. (MSc) Sandra, Kopp

Ing. Agr. Gabriel, Manera

Ing. Agr. Ariel, Roberi

Nota trabajo final:

Resumen

En la actualidad la hidroponía tiene gran valor dentro del contexto ecológico, económico y social cuya importancia reside en su alta producción por metro cuadrado, tiene gran eficiencia en el uso de agua y una multiplicidad de cultivos compatibles. La empresa Poniiio ubicada en la Ciudad de Córdoba Capital, realiza su producción a través del sistema hidropónico, cultivando diferentes hortalizas y tiene como objetivo para los próximos años crear un polo hidropónico con una nueva infraestructura y desarrollo de tecnología en estos sistemas. El presente trabajo busca acompañar los objetivos de la empresa, orientados específicamente a la producción de lechuga hidropónica, a través de propuestas relacionadas a la obtención de un producto de calidad mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA), buenas prácticas de manufactura (BPM) y certificación de calidad implementadas en corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo, las alternativas de mejora no requieren inversiones significativas y apuntan a mejorar la inocuidad del producto mediante la capacitación del personal en el cuidado de la higiene a lo largo del proceso productivo; y facilitar el control de la producción mediante el uso de registros digitalizados que le permiten al productor tener la información organizada y disponible, y lograr así la trazabilidad del producto para presentar su información a través de código QR en su etiquetado. A mediano y largo plazo, se debe tener en cuenta el análisis de factibilidad económica ya que se requiere de inversiones significativas que terminan reduciendo la utilidad debido a las altas amortizaciones y el bajo precio de venta del producto. Por lo que se recomienda la producción de alimentos de cuarta gama generando la comercialización de productos con mayor valor agregado para mejorar la rentabilidad de la producción. Además, la comercialización de este producto se debe realizar directamente al consumidor evitando intermediarios ya que permite vender el producto a un mayor precio.

Palabras clave: Hidroponía, Buenas prácticas agrícolas, Calidad, Lechuga, Buenas prácticas en manufactura.

Índice

Índice de figuras:	- 5 -
Índice de tablas:	- 5 -
Introducción	- 6 -
Cadena agroalimentaria de lechuga hidropónica	- 7 -
Buenas prácticas agrícolas y de manufactura en la cadena de producción de hortalizas	- 8 -
Objetivo general:	- 11 -
Objetivos específicos:	- 11 -
Análisis del caso	- 12 -
Cadena de producción	- 14 -
Indicadores de Responsabilidad social y Sustentabilidad.	- 23 -
Análisis FODA	- 25 -
Propuestas de mejora	- 26 -
Análisis económico.	- 37 -
Consideraciones finales	- 40 -
Bibliografía	- 41 -
Anexos	- 42 -

Índice de figuras:

Fig. 1: Cadena de producción de lechuga hidropónica	- 7 -
Fig. 2: Productor dictando cursos de capacitación en su empresa	- 12 -
Fig. 3: Vista interior del invernadero con sistema NFT horizontal.	- 13 -
Fig. 4: Vista interior del invernadero con sistema NFT vertical.	- 13 -
Fig. 5: Sustrato utilizado para la producción en almácigo bajo sistema de raíz flotante	- 15 -
Fig. 6: bandeja multicelda de poliestireno utilizado para la siembra en almácigo	- 15 -
Fig. 7: Vista de los contenedores con solución nutritiva del sistema de raíz flotante ubicado dentro del invernadero utilizado como almácigo.	- 16 -
Fig. 8: Esquema del sistema en raíz flotante que utiliza el productor para la germinación.	- 18 -
Fig. 9: Contenedores del sistema de raíz flotante utilizado como almácigo con la solución nutritiva y sistema de oxigenación.	- 19 -
Fig. 10: Esquema del sistema NFT que utiliza la empresa para su producción.	- 20 -
Fig. 11: Estanque colector con sistema de tuberías de retorno y de administración de solución nutritiva.	- 20 -
Fig. 12: Canales de PVC utilizado para el sistema NFT en la segunda etapa de producción.	- 20 -
Fig. 13: Solución nutritiva circulando por el canal de cultivo NFT.	- 21 -
Fig. 14: Vista inferior del sistema de distribución de la solución nutritiva.	- 21 -
Fig. 15: Modelo de etiquetado para la comercialización de lechuga hidropónica.	- 28 -
Fig. 16: Software Almazaras propuesto para el seguimiento de trazabilidad de la producción de lechuga hidropónica.	- 29 -
Fig. 17: Código QR utilizado para la visualización del consumidor de la trazabilidad del producto-	32 -
Fig. 18: Gráfico de flujo de información con código QR aplicado en nuestro sistema.	- 32 -
Fig. 19: Vehículo para el transporte de lechuga hidropónica, con sistema de frío y caja aislada	- 35 -
Fig. 20: Plano de sala de empaque con área de almacenamiento para la empresa Poniiio.	- 36 -

Índice de tablas:

Tabla 1. Composición de solución nutritiva para el cultivo de lechuga hidropónica.	- 14 -
Tabla 2. Sectores afectados por las empresas involucradas en este trabajo.	- 24 -
Tabla 3. Ficha de trazabilidad para la producción de lechuga hidropónica.	- 30 -
Tabla 4. Análisis del beneficio con el aumento de unidades productivas.	- 37 -
Tabla 5. Utilidad neta anual de la empresa Poniiio en el año estabilizado.	- 38 -

Introducción

El desafío de producir mayor cantidad de alimentos de calidad con menor superficie debido al fuerte crecimiento de la población mundial, ha incentivado la adopción de la agricultura bajo cubierta en muchas regiones del mundo, permitiendo cultivar en ambientes protegidos donde se pueden manejar factores ambientales como: luz, temperatura, agua, viento, plagas y enfermedades, incrementando los rendimientos por superficie (Beltrano *et al.*, 2001).

Dentro de la horticultura protegida, la hidroponía es una técnica que permite cultivar sin necesidad de suelo, esto es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídrico-nutricionales, a través del agua de riego y solución nutritiva. Posibilitando obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo el uso más eficiente del agua y los nutrientes (Beltrano *et al.*, 2001).

A nivel mundial se estima que los cultivos hidropónicos generan ingresos por 821 millones de dólares con un crecimiento anual de 4.5 % de 2011 a 2016 (IBIS World, 2016).

En Sudamérica el cultivo de lechuga representa un 49 % de la superficie de cultivos hidropónicos (Lacarra, 2011). El Código Alimentario Argentino en el Artículo 862 de la Resolución Conjunta SPReI N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013 define: “*Con el nombre de lechuga, se entiende a las hojas de Lactuca sativa L.*” (Ministerio de Agricultura, 2017)

La actividad hortícola en la República Argentina se desarrolla sobre una superficie de 250.000 hectáreas, con una producción anual que supera los 5.000.000 de toneladas (Bima *et al.*, 2013) Según el informe de la SAGPYA (Colamarino, 2006), las provincias que más se destacan por su producción hortícola (ordenadas de mayor a menor superficie) son: Buenos Aires (19,7% del total), Mendoza (15,0%), Córdoba (10,4%) Misiones (5,7%) Santiago del Estero (6,8%) Corrientes (4,9%). La superficie de lechuga cultivada es de 15.000 has y el volumen de producción de 300.000 Tn anuales. Se cultiva principalmente en los cinturones verdes, debido a que es una hortaliza muy perecedera.

Encontramos horticultores en todas las provincias del país y los sistemas de producción son en su mayoría de origen familiar. Una de las principales empresas de producción bajo cubierta se encuentra en la Provincia de Córdoba llamada Midory posicionada como la más grande en extensión y producción de cultivos hidropónicos. Así también se encuentran grandes emprendimientos en Buenos Aires, como Babel con una considerable producción. (InfoNegocios, 2018).

Las técnicas utilizadas para su cultivo dependen de diferentes factores: variedad, estación del año, exigencias del mercado, zona de producción, superficie a sembrar, entre otros (Bima *et al.*, 2013).

La hidroponía tiene gran valor dentro del contexto ecológico, económico y social cuya importancia reside en su alta producción por metro cuadrado, gran eficiencia en el uso de agua y una multiplicidad de cultivos compatibles (Birgi *et al.*, 2015). Ha permitido, además, la producción en zona urbanas y peri-urbanas dando respuesta a la alta demanda de alimento de las grandes ciudades, facilitando el traslado desde las zonas de producción a los centros de consumo, disminuyendo el uso de combustibles fósiles y ayudando a minimizar la huella de carbono (Beltrano *et al.*, 2001). Su independencia de los factores climáticos permite el acortamiento de

ciclos, obtener productos de mayor calidad e inocuidad; así como también evitar la estacionalidad de la oferta, por lo que el producto puede estar en el mercado en cualquier época del año lo cual es una gran ventaja frente a los cultivados de manera tradicional.

A los fines de desarrollar y describir de manera completa este sistema de producción, es necesario analizarlo desde el punto de vista de la cadena de producción para poder aplicar en cada eslabón las Buenas Prácticas Agrícolas con el objetivo de mejorar la calidad del alimento haciendo hincapié en la producción de Lechuga.

Cadena agroalimentaria de lechuga hidropónica

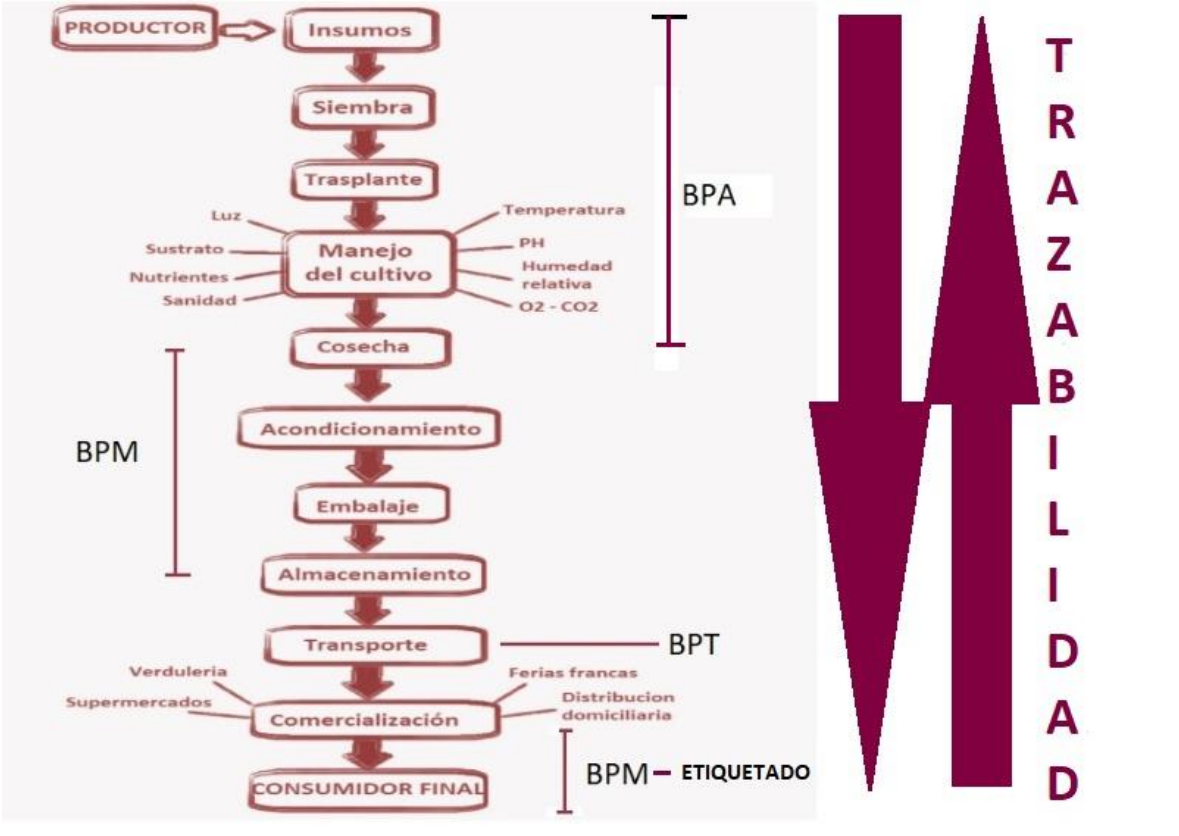


Figura 1: cadena de producción de lechuga hidropónica

Para describir la cadena productiva de lechuga hidropónica, se identificaron los siguientes eslabones partiendo desde los insumos hasta el consumidor final (Figura 1). Analizaremos a continuación cada uno de ellos.

Los insumos son todos los bienes y servicios utilizados en el ciclo productivo para la obtención del producto final. Esto incluye: semillas, fertilizantes, agua, energía eléctrica, mano de obra, etc. El segundo eslabón es la siembra, donde son utilizados todos los insumos necesarios y se da comienzo al crecimiento de las plantas, culminando con la siguiente etapa que es el trasplante. Este se realiza cuando el plantín presenta una altura de 8 cm, tallo de más de 4 mm de diámetro y de 4 a 6 hojas verdaderas, momento que es trasladado del sistema de raíz flotante utilizado como almácigo al sistema NFT (Nutrient Film Technique), donde estará en contacto con la solución nutritiva. El eslabón siguiente es el manejo del cultivo, donde se trabajan todas las variables que

estén al alcance del productor para el correcto crecimiento y desarrollo del vegetal, como son la concentración de la solución nutritiva, el pH, la temperatura, la humedad relativa, la sanidad, etc.

Cuando las plantas adquieren un tamaño adecuado son cosechadas según el índice de madurez establecido para cada variedad.

Luego de la cosecha, las plantas son acondicionadas y empaquetadas en envoltorios individuales con la correspondiente rotulación para su comercialización, brindando información al consumidor según lo que establecen las normas vigentes, como así también su trazabilidad.

El transporte es la etapa siguiente. El producto es trasladado desde el centro de producción hacia a los puntos de venta, manteniendo los parámetros de higiene y seguridad para los empleados, el orden del producto dentro del transporte y las condiciones de traslado, principalmente la temperatura y la humedad. Por último, el producto es comercializado en los puntos de venta y llega al consumidor final.

En cada una de las etapas de esta cadena de producción es necesario, para la obtención de un producto de calidad, aplicar las buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura con el fin de mejorar la calidad, la inocuidad, y las condiciones de trabajo en un contexto ecológico y económico sustentable.

A continuación, desarrollaremos este tema con el fin de aplicarlo en el análisis de caso de la empresa Ponio, el cual se encuentra en una etapa de expansión de su producción, con la construcción y puesta en marcha de un proyecto más grande del cual ya tiene y trabaja.

Buenas prácticas agrícolas y de manufactura en la cadena de producción de hortalizas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles (Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes, 2019).

En 2018 se estableció que las BPA serán de cumplimiento obligatorio a partir del 2 de enero de 2020 para las producciones frutícolas y desde el 4 de enero de 2021 para el sector hortícola. Así lo dispuso la Resolución 5/18, dictada en conjunto por las Secretarías de Alimentos y Bio-economía de Regulación y Gestión Sanitaria, publicada el 21 de noviembre en el Boletín Oficial.

La aplicación de las BPA contempla los siguientes 7 puntos:

1. Documentación obligatoria y trazabilidad: Se debe registrar la empresa en el RENSPA (Registro nacional sanitario de productores agropecuarios): es un registro obligatorio para todas las actividades de producción primaria del sector agropecuario. Deben inscribirse todos los productores agropecuarios del país, independientemente de la condición frente a la tierra, el sistema de producción utilizado, el destino o la escala.

El responsable sanitario de la actividad debe declarar sus datos personales, los del establecimiento y los datos de la explotación. El trámite ha de finalizarse en la oficina correspondiente a la jurisdicción del establecimiento, a partir del número asignado por el sistema. En la oficina de SENASA se registra el número de RENSPA, se imprime y firma la declaración jurada y se entrega la credencial al productor o apoderado.

2. Productos fitosanitarios: los productos deben estar aprobados por el SENASA y recomendados para el cultivo específico. Es importante considerar cuál es el mercado de destino del producto que se cultiva. En función de ello, debe considerar los productos fitosanitarios permitidos y los niveles residuales máximos admisibles (de tolerancia) para los distintos mercados. Las buenas prácticas se refieren a la aplicación de los productos fitosanitarios, eliminación de los envases y depósito de los productos.

3. Agua: debe ser segura y las condiciones no deben permitir el desarrollo de microorganismos potencialmente dañinos.

4. Manipulación: al momento de la cosecha, acondicionamiento y empaque de las hortalizas en el predio, es fundamental cumplir con las pautas de higiene básicas, como es el lavado adecuado de las manos de todos los operarios (manipuladores).

5. Animales: se deberá impedir el ingreso de animales a las áreas cultivadas y a las zonas de manipulación de producto cosechado. Esto se vincula a la necesidad de reducir al máximo la posibilidad de contaminación biológica en los cultivos.

6. Uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas: los fertilizantes orgánicos, enmiendas y sustratos adquiridos a terceros utilizados en las actividades de producción primaria contempladas en la presente, deben estar registrados en el SENASA.

7. Responsable técnico: deberá contar con la asistencia de un Técnico / Profesional), para asesorar en la implementación de las BPA, capacitado en la temática a través de personal de Organismos Nacionales, Provinciales, Municipales, Universidades, escuelas agro técnicas, Programa Cambio Rural y otros programas relacionados, Organismos Descentralizados, profesionales independientes y entidades privadas reconocidas.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son una serie de prácticas y procedimientos que se encuentran incluidos en el código alimentario argentino desde el año 1997. Son obligatorias para los establecimientos que comercializan productos alimenticios y constituyen una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación (Administración Nacional de Medicamentos, 2018).

Las BPM consideran una serie puntos técnicos que deben tenerse en cuenta para la aplicación de las mismas, estos son:

1. Materias primas: la calidad de éstas no debe comprometer el desarrollo de las BPM. Si se sospecha que son inadecuadas para el consumo, deben aislarse y rotularse claramente, para luego eliminarlas. Deben ser almacenadas en condiciones apropiadas que aseguren la

protección contra contaminantes. El depósito debe estar alejado de los productos terminados, para impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad, ventilación e iluminación. No deben contener parásitos, microorganismos, sustancias tóxicas, o extrañas. Todas deben ser inspeccionadas antes de utilizarlas, en caso necesario debe realizarse un análisis de laboratorio

2. Estructuras: es fundamental que el establecimiento esté ubicado en zonas saneadas, libres de elementos (polvos, emisión de gases y malos olores) que puedan afectar la calidad del producto que se elabora. Las vías de tránsito externo deben estar pavimentadas para permitir la correcta circulación de los vehículos. En los edificios e instalaciones, las estructuras deben ser sanitariamente adecuadas a fin de facilitar la limpieza y desinfección. Las aberturas deben contar con mallas de protección para impedir la entrada plagas y contaminantes del medio ambiente (humo, polvo, vapor). Asimismo, deben existir separaciones para evitar la contaminación cruzada. El espacio debe ser amplio y debe tener un diseño que permita realizar eficazmente las operaciones de limpieza y desinfección, como por ejemplo pisos con desniveles para facilitar el drenaje del agua de lavado (Feldman, 2018).

3. Higiene: todos los utensilios, los equipos y los edificios deben mantenerse en buen estado higiénico, de conservación y de funcionamiento. Para la limpieza y la desinfección es necesario utilizar productos que no tengan perfume ya que pueden producir contaminaciones además de enmascarar otros olores. Las sustancias tóxicas como, por ejemplo: plaguicidas, solventes u otras que puedan representar un riesgo para la salud y una posible fuente de contaminación, deben estar rotuladas con un etiquetado visible y ser almacenadas en áreas exclusivas. Estas sustancias deben ser manipuladas sólo por personas autorizadas.

El personal debe recibir la capacitación primaria que deberá contar como mínimo con los conocimientos de: enfermedades transmitidas por alimentos; medidas higiénico-sanitarias básicas para la manipulación correcta de alimentos; criterios y concientización del riesgo involucrado en el manejo de las materias primas. Debe controlarse el estado de salud y la aparición de enfermedades contagiosas entre los manipuladores. Las personas que están en contacto con los alimentos deben someterse a exámenes médicos periódicamente. Cualquier persona que perciba síntomas de enfermedad tiene que comunicarlo a su superior. Ninguna persona que sufra una herida puede manipular alimentos hasta su alta médica. Es indispensable el lavado de manos de manera frecuente y minuciosa con un agente de limpieza autorizado y agua potable.

Todo el personal que esté de servicio en la zona de manipulación debe mantener la higiene personal, debe llevar ropa protectora, calzado adecuado y cofia, lavables o descartables. No se debe trabajar con anillos, colgantes, relojes y pulseras porque pueden convertirse en un foco de contaminación. La higiene también involucra conductas tales como no comer, fumar u otras prácticas antihigiénicas.

4. Almacenamiento, transporte de materias primas y producto Final: los productos almacenarse y transportarse en condiciones óptimas para impedir la contaminación y/o la proliferación de microorganismos. Durante el almacenamiento debe realizarse una inspección periódica de productos terminados, recordando no dejarlos en un mismo lugar con las materias primas. Los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y recibir un tratamiento higiénico similar al que se dé al establecimiento. Los alimentos refrigerados

deben tener un transporte equipado especialmente, que cuente con medios para verificar la temperatura adecuada.

5. Control de Procesos en la Producción: para tener un resultado óptimo en las BPM son necesarios ciertos controles que aseguren el cumplimiento de los procedimientos y los criterios para garantizar inocuidad y lograr la calidad esperada en un alimento. Los controles sirven para detectar la presencia de contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos. Deben tener un responsable a cargo para verificar que los mismos se realicen periódicamente.
6. Documentación: permite un fácil y rápido rastreo de productos ante la investigación de productos defectuosos. El sistema de documentación deberá permitir diferenciar números de lotes, siguiendo la historia de los alimentos desde la utilización de insumos hasta el producto terminado, incluyendo el transporte y la distribución.

Objetivo general:

- Evaluar la producción hidropónica en el establecimiento Ponio para la obtención de lechuga de calidad.

Objetivos específicos:

- Auditar la producción de lechuga en el establecimiento, de acuerdo a las BPA y BPM
- Elaborar propuestas de mejora para el establecimiento.
- Analizar la factibilidad económica de la implementación de las propuestas de mejora.

Análisis del caso

El análisis de caso se llevó a cabo en la Empresa Poniiio, propiedad de Juan Pablo Las Heras, localizada en la Ciudad de Córdoba Capital con dirección: Av. Celso Barrios 1600. La misma funciona como escuela de formación dictando cursos y talleres de hidroponía para micro emprendedores (Figura 2). Produce y vende solución nutritiva para distintos cultivos; además ofrece servicio de asesoramiento para productores.



Figura 2: productor dictando cursos de capacitación en su empresa

El establecimiento cuenta con un invernadero en donde se producen diferentes tipos de hortalizas: lechuga, rúcula, albahaca y cebolla de verdeo. Estos productos actualmente encuentran mercado a través de la venta directa en verdulerías locales. Cuenta además con un laboratorio propio donde se prepara la solución nutritiva. Este es rudimentario, sin pisos ni paredes lavables y no cuenta con buena ventilación. Tiene una pileta lavamanos, mesada, vasos medidores y embudos que facilitan la preparación de las mezclas que componen la solución nutritiva.

El relevamiento de la información se realizó por medio de una auditoría (Anexo 1) donde se analizó la implementación de las BPAs. Se evaluaron 49 puntos a los que se les asignó un puntaje entre 0 y 10. La sumatoria de los mismos se dividió por el total y se expresó el resultado en porcentaje, siendo el mismo del 43,57%, por lo que en este aspecto la empresa se encuentra en estado deficiente.

Características de la infraestructura

El invernadero es de tipo capilla a un agua. Tiene una superficie de 32 m² (8 m de largo y 4 m de ancho). Está construido con una estructura de madera y lámina de polietileno de 500 µm, la cual se renueva cada dos años. Dispone de 28 caños de PVC de 6 m de longitud que se agrupan en cuatro grupos de 7 canales de cultivo con un total de 1.500 unidades productivas. El distanciamiento entre plantas es de 20 cm. Dos de estos grupos se disponen horizontalmente sobre soportes de madera y el resto se ubican en las paredes del invernadero permitiendo el máximo aprovechamiento del espacio (Figura 3 y 4).



Figura 3: vista interior del invernadero con sistema NFT horizontal.



Figura 4: vista interior del invernadero con sistema NFT vertical.

Cuenta con un sistema de bombeo en un circuito cerrado formado por caños de 3/4" de polipropileno, una bomba centrífuga eléctrica monofásica de 1 H.P. capaz de elevar hasta 25 metros de columna de agua (mm.c.a) con una capacidad de 921 l/min. La dosificación de la solución nutritiva en el tanque colector se realiza de forma manual. Debe mantenerse en parámetros establecidos de conductividad eléctrica y pH.

El reciclado de la solución nutritiva se realiza al final de los canales de cultivo a través de tuberías colectoras de PVC con una pendiente del 2% que favorece el retorno de la solución al tanque colector.

Además, se cuenta con una bomba de aire con capacidad de 3 l/min utilizada para oxigenar el ciclado de nutrientes del sistema.

El invernadero tiene un sistema de raíz flotante de 1,5 m² el cual es utilizado como almácigo.

Cadena de producción:

Insumos: son los bienes y servicios que se utilizan en un ciclo productivo con el fin de obtener un producto, en este caso, un alimento.

Semillas: la variedad utilizada es cresa que se obtiene de un proveedor de Río Cuarto, utilizando la misma todo el año.

Solución nutritiva: la solución nutritiva es una solución acuosa que contiene oxígeno disuelto junto con todos los macro y micronutrientes (Chávez, 2016). Actualmente se conocen 16 nutrientes necesarios para la vida de las plantas (Guerrero, 2013). Los macronutrientes o elementos mayores son requeridos en mayor concentración. Se miden en g/l. En este grupo se encuentran: nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). Los micronutrientes se requieren en bajas concentraciones (mg/l). Estos son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y boro (B).

Es fundamental realizar análisis de agua que contemple: sólidos totales (no debe sobrepasar los 250 ppm), cloruros (si los sólidos totales exceden los 500 ppm), dureza (para ajustar los niveles de calcio y magnesio) y metales pesados (debe estar libres de sulfuros y cloruros).

Un ejemplo de solución nutritiva para lechuga puede observarse en la Tabla 1:

Tabla 1. Composición de solución nutritiva para el cultivo de lechuga hidropónica.

SOLUCION A	Para 100 litros de solución madre concentrada
Nitrato de potasio NO ₃ K	4.000 gramos
Sulfato de magnesio SO ₄ Mg . 7 H ₂ O	2.450 gramos
Fosfato monopotásico PO ₄ H ₂ K	2.040 gramos
Microelementos	
Borato de sodio B ₄ O ₇ Na ₂ . 5 H ₂ O	19 g ramos
Sulfato de manganeso SO ₄ Mn . 4 H ₂ O	17 gramos
Sulfato de Zinc SO ₄ Zn . 7 H ₂ O	12 gramos
Sulfato de Cobre SO ₄ Cu . 5 H ₂ O	1,2 gramos
Molibdato de sodio MoO ₄ Na ₂ . 2 H ₂ O	1,2 gramos

Fuente: Coronado, 2016

La solución que utiliza el establecimiento se produce allí mismo y se incorpora al tanque colector para su posterior distribución. Esta se controla y corrige manualmente 3 veces por semana. La mantención de la solución incluye controles de ajuste de volumen de agua, conductividad eléctrica y pH. El agua debe encontrarse limpia y en ausencia de luz. Esta condición se logra al mantener permanentemente el tanque colector y los tubos colectores cubiertos. De esta forma se reduce la proliferación de algas y la evaporación de la solución.

Sustrato: es un sistema conformado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, brindando la función de sostén y nutrición de las plantas, se pueden clasificar en tres grupos: sustratos inorgánicos donde se incluyen los que tengan partículas mayores a 2 mm de diámetro (piedra pómez, grava, perlita, vermiculita, entre otros), sustratos orgánicos que son productos de desecho de alguna actividad agropecuaria o industrial como son: aserrín, fibra de coco, cascarilla de arroz, turba, corteza de pino, compost y sustratos sintéticos como geles y espumas sintéticas.

El sustrato para la siembra debe ser ligero, poroso y poseer alta capacidad para retener humedad. Debe ser inerte o esterilizado; libre de malezas para evitar la competencia con la semilla del cultivo. Para lograr el éxito en la siembra es fundamental contar con semilla de buena calidad (pureza física, varietal, poder germinativo y vigor) y mantener la humedad constante, capacidad de campo. El sustrato que utiliza el productor (Figura 5) es adquirido por medio de un proveedor localizado en Córdoba Capital. Está constituido por vermiculita, turba de Sphagnum y humus de lombriz.



Figura 5: sustrato utilizado para la producción en almácigo bajo sistema de raíz flotante

Bandejas multiceldas: utiliza bandejas de poliestireno expandido para la siembra en almácigo. Son provistas por un proveedor de Mendoza (Figura 6).



Figura 6: bandeja multicelda de poliestireno utilizado para la siembra en almácigo

Productos para el control de plagas y enfermedades: el productor utiliza una preparación de aceite de neem con jabón potásico.

Elementos utilizados para la cosecha: bandejas plásticas, film y bolsas de polipropileno. El productor almacena y comercializa la producción en bolsas de polipropileno.

Siembra: el productor realiza la siembra en un sistema de raíz flotante con sustrato que utiliza como almacigo, cuya dimensión es de 2.25m² y está ubicado dentro del invernadero (Figura 7). En las bandejas multiceldas se coloca el sustrato donde se siembran las semillas. Estas bandejas se introducen en un contenedor con la solución nutritiva. Una vez que las semillas germinan, tanto la parte aérea como la radicular crecen, manteniéndose las raicillas en contacto con la solución nutritiva (sistema de raíz flotante), la cual es oxigenada por medio de una bomba de aire con capacidad de 3 l/min.



Figura 7: vista de los contenedores con solución nutritiva del sistema de raíz flotante ubicado dentro del invernadero utilizado como almacigo.

La solución nutritiva posee una conductividad de 500 ppm o 0,78 dS/m (1 dS/m = 640 ppm) y un pH que oscila entre 5,6 y 6,5.

Trasplante: se realiza entre 15 a 35 días después de la siembra, dependiendo la época del año, o cuando presente una altura de 8 cm, tallo de más de 4 mm de diámetro y de 4 a 6 hojas verdaderas. Es necesario seleccionar los plantines, eliminando los que presenten síntomas de enfermedades, daños por insectos o debilidades. En el establecimiento las plantas cultivadas en el sistema de raíz flotante son llevadas al sistema definitivo (NFT) a los 35 días post emergencia.

Manejo del cultivo: se refiere al manejo de los diferentes factores que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo. En cuanto a la luz el invernadero cuenta buena iluminación natural para este cultivo, pero no posee un sistema de iluminación artificial ni equipo para la medición.

Temperatura: los requerimientos varían de acuerdo a la etapa del cultivo y la germinación se produce en un rango óptimo de 15 a 20°C. En el establecimiento el riesgo de daño por frío es escaso, ya que, al estar ubicado en un área urbana, con menor aireación que en un espacio abierto, la amplitud térmica es mucho menor por lo que el descenso de la temperatura durante la noche no es tan brusco. La cobertura del invernadero evita el riesgo de heladas.

En la época estival la temperatura es controlada colocando una cubierta de media sombra ya que reduce la transmisión de radiación fotosintéticamente activa y la infrarroja, que es la mayor generadora de calor, disminuyendo la temperatura dentro del invernadero.

Humedad relativa: dentro del invernadero la humedad es controlada por medio de la apertura de aberturas de ventilación, las cuales se abren con mayor frecuencia durante la época primavera-estival, dependiendo de la humedad relativa ambiente de cada día, medida por medio de un hidrógrafo instalado dentro del invernadero.

Oxigenación: esta juega un rol fundamental en la absorción iónica. La restricción de este elemento produce la acumulación de CO₂ en el medio radicular, disminuye la absorción de hierro, potasio y nitratos, observándose síntomas de sus deficiencias. Además, afecta el crecimiento y funcionamiento de las raíces. En los cultivos en solución, el nivel adecuado en la solución nutritiva debe ser entre 5 a 8 ppm a una temperatura de 15°C. Para mantener oxigenada la solución nutritiva, se utiliza un compresor de 25 l y la distribución se realiza por tubos de polietileno perforado cada 10 cm. Funcionando con una frecuencia diaria por un lapso de 1 hora. En este caso, el productor cada vez que acciona el sistema de riego por los canales NFT tiene anexado a la salida de la bomba un sistema de retorno al tanque de almacenamiento con un tubo Venturi que permite la oxigenación de la solución. En un día, el sistema de riego se encuentra activo por 12 hs y apagado las 12 hs restantes durante la noche. El cultivo es regado en intervalos durante 15 min por cada hora transcurrida en la etapa activa logrando 3 hs de oxigenación neta diaria.

pH: es muy importante ya que de él depende la absorción iónica de las raíces. Un pH muy ácido (≤ 4) o muy alcalino ($\geq 7,5$) limita la absorción iónica, lo que provoca deficiencia de iones, aunque estén presentes en la solución nutritiva (Basterrechea, 2014). El pH se debe mantener entre valores de 6 a 7,5. Cuando éste es muy ácido, se corrige por medio de una base. Cuando está por encima de 7,5 la solución se corrige con ácido. Para medirlo se utiliza pH-metro, que mide el pH al introducirlo en la solución (Basterrechea, 2014). El establecimiento trabaja tanto en el almácigo como en el sistema NFT con un rango entre 5,6 a 6,5 realizando correcciones 3 veces por semana. La corrección se hace con ácido fosfórico, ya que el agua de red tiene un pH igual a 7. En caso de que sea menor a 5,6 la corrección se hace con hidróxido de sodio.

Conductividad eléctrica (CE): es una medida indirecta que cuantifica la concentración de aniones (nitratos, fosfatos, y sulfatos) y cationes (potasio, calcio y magnesio) que nos indica si el agua a utilizar es la adecuada y la vida útil de la solución nutritiva en el sistema. Al comienzo el agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel más bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0,7-1,2 dS/m. Luego del agregado de sales, al formular la solución, la conductividad dependerá del cultivo y el estado de crecimiento. La lechuga tiene un valor de 1,3 dS/m. Al tener valores más altos de sales disueltas en la solución, la absorción de nutrientes por la planta se ve limitada, repercutiendo en el normal desarrollo del cultivo (Karlanián, 2014). El productor para calcular la conductividad prepara una cantidad conocida de solución nutritiva y mide directamente su conductividad con un electro-conductímetro. La conductividad se mide junto con el pH y en la misma frecuencia. Para el almácigo se trabaja con una conductividad de 500 ppm, mientras que en el sistema NFT se trabaja con 1000 ppm. Esto equivale a 0,78 y 1,56 dS/m (1 dS/m = 640 ppm).

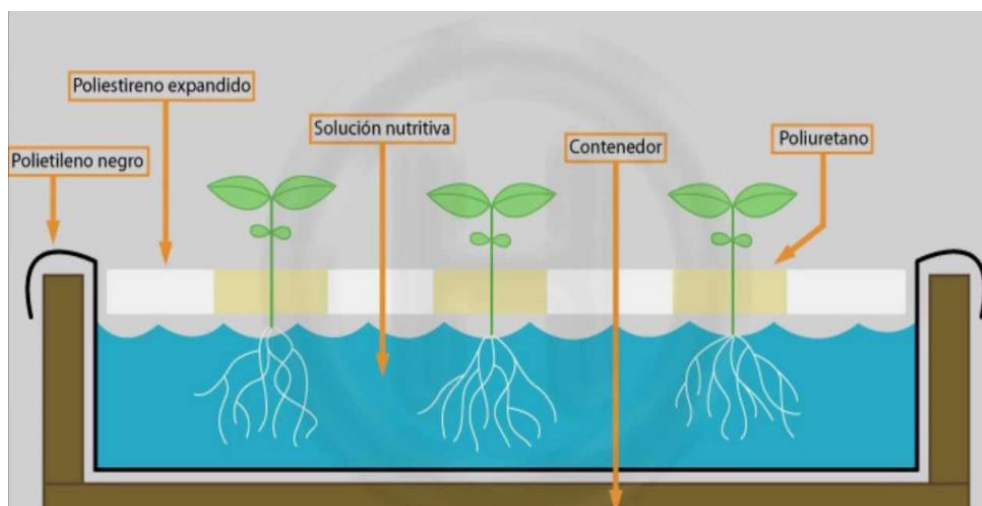
Método de cultivo: el productor trabaja con sistemas hidropónicos. En estos las raíces de las plantas son irrigadas con una solución nutritiva y en vez de suelo, se puede usar o no un sustrato (Oasis, 2015). Dentro de la técnica de hidroponía se pueden encontrar diferentes sistemas de producción:

Cultivo en sustrato: utilizan sustratos como medios de cultivo que funcionan como medio sólido para el anclaje de las raíces, retiene la solución nutritiva (agua, nutrientes, pH, CE), brinda oxigenación, proporciona temperatura adecuada a la raíz, actúa como soporte de la planta y amortigua los cambios que se dan en la solución nutritiva protegiendo la raíz. Este sustrato debe estar en contenedores que pueden ser canaletas, macetas, etc.

Los sistemas que utiliza la empresa son:

-Sistema de raíz flotante con sustrato: en este sistema, las plantas son sembradas en bandejas de poliestireno expandido rellenas con sustrato que se mantienen a flote sobre la solución nutritiva (Figura 8).

El sustrato funciona como sostén y como medio de enraizamiento en los primeros estadios de crecimiento. Al crecer las plantas, las raíces se mantienen sumergidas en la solución nutritiva, mientras que la parte aérea (tallo, hojas, etc.) es sostenida por superficies de unicel (poliestireno expandido), la cual es oxigenada de manera frecuente con ayuda de la bomba para beneficiar el crecimiento de los cultivos.



Fuente: (González, 2014) tamaño letra, sin paréntesis

Figura 8: esquema del sistema en raíz flotante que utiliza el productor para la germinación.

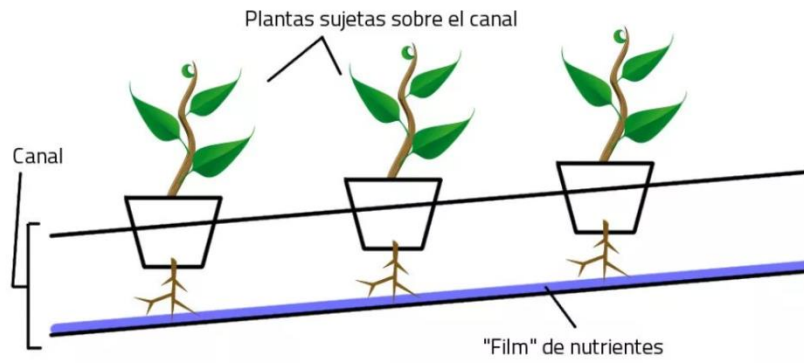
Este sistema es implementado por el productor para el almácigo. Las semillas de lechuga son sembradas en bandejas de poliestireno expandido rellenas con el sustrato mencionado anteriormente y permanecen allí hasta el trasplante. Las bandejas son colocadas en piletas con la solución nutritiva recubierta interiormente con polietileno negro, evitando así el crecimiento de algas. La solución es oxigenada por un difusor de pecera que bombea 3 l/min (Figura 9).



Figura 9: contadores del sistema de raíz flotante utilizado como almacigo con la solución nutritiva y sistema de oxigenación.

Dentro de sus ventajas el sistema de raíz flotante es sencillo de realizar, de bajo costo y no demanda el uso de energía extra. Como desventaja necesita una formulación frecuente de la solución nutritiva, la necesidad de airear el medio y prever la contaminación del soporte por algas que encuentran su fuente de alimento en la solución nutritiva. Requiere además de un consumo importante de agua (Gilsanz, 2017).

Cultivo en solución: en estos sistemas, las raíces de las plantas se encuentran sumergidas parcial o totalmente en una solución nutritiva. Se trata de un sistema carente de capacidad de buffer, por lo que se requiere de un control muy exacto de la solución nutritiva. Las variantes de esta técnica son: sistema de raíz flotante y el sistema que utiliza el productor para la segunda etapa productiva (trasplante-cosecha) es el sistema NFT (Nutrient Flow Technic) que consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva (Figura 10) que pasa a través de las raíces del cultivo, las cuales se cultivan en ausencia de sustrato. Constituye un sistema cerrado, no existe pérdida de la solución nutritiva, siendo necesario contar con pendiente en la superficie de cultivo y una bomba impulsora, posibilitando así la recirculación de la solución. Una de las ventajas del sistema NFT, es su mayor eficiencia en la utilización de la solución. Maximiza el contacto directo de las raíces con ésta, que es constantemente renovada. Con la ausencia de sustrato se evitan las labores de desinfección, así como se favorece el establecimiento de una alta densidad de plantación y las desventajas son: la mayor inversión inicial y la necesidad de contar con personal especializado (Oasis, 2015).



Fuente: Basterrechea, 2014

Figura 10: esquema del sistema NFT que utiliza la empresa para su producción.

El establecimiento cuenta con los siguientes componentes del sistema:

Estanque colector: tiene por función almacenar la solución nutritiva a través del período de cultivo (Figura 11).



Figura 11: estanque colector con sistema de tuberías de retorno y de administración de solución nutritiva.

-Canales de cultivo: son el medio de sostén para las plantas, permitiendo que la solución nutritiva circule a través de ellos (Figuras 12 y 13).



Figura 12: canales de PVC utilizado para el sistema NFT en la segunda etapa de producción.



Figura 13: solución nutritiva circulando por el canal de cultivo NFT.

Bomba: su función es impulsar permanentemente la solución nutritiva desde el estanque colector hasta la parte alta de los canales de cultivo.

Red 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 (Figura 14).



Figura 14: vista inferior del sistema de distribución de la solución nutritiva.

Tubería colectora: recoge la solución nutritiva al final de los canales de cultivo y la lleva de retorno gracias a una pendiente descendente del 2% hacia el tanque colector.

Plagas: las principales plagas que afectan al cultivo de lechuga son: arañuela roja, trips, pulgones, mosca blanca, orugas y nematodos. La única plaga presente en el establecimiento son pulgones. Para su control, en el invernadero se disponen de trampas cromadas amarillas, las cuales son útiles para el manejo de plagas debido a que algunas son capaces de reconocer colores como amarillo, azul o blanco y se acercan a ellas al ser atraídas. Su función es prevenir la entrada de estas al cultivo, monitorear las que están presentes y planificar el manejo adecuado (Brochure, 2016)

Además de las trampas, se utiliza el aceite de Neem. Este se obtiene a partir de las hojas y semillas del árbol *Azadirachta indica*. Actúa como insecticida sistémico inhibiendo la alimentación de los insectos y rompiendo su ciclo vital. Este producto se pulveriza directamente sobre las plantas. La frecuencia de aplicación es de 15 días durante el tiempo que esté presente la misma (Porcuna, 2011). El productor aplica sin hacer recuento de individuos, ni trabaja con umbral de daño económico. Comienza la aplicación a partir de que detecta su presencia.

Enfermedades: en el caso de la unidad productiva en cuestión solo se manifestaron casos de *Pythium*. Consideramos que el mejor control sanitario es la prevención. Manteniendo limpio de malezas el invernadero y la periferia del mismo, reduciendo la presencia de ácaros, moscas blanca y pulgones que son transmisores de virosis. A su vez, este control se puede reforzar con la utilización de mallas anti-insectos (anti áfidos) y control biológico por medio de enemigos naturales. La transmisión de enfermedades fúngicas, principalmente, se reduce con las buenas prácticas. La limpieza y desinfección de los utensilios y contenedores, así como la del sustrato que permite reducir la incidencia de las mismas (Zumbado, 2006). La producción del establecimiento actualmente no presenta problemas con enfermedades.

Cosecha: en variedades de hoja el momento de cosecha está determinado por el precio del mercado. Esto es así ya que aún las plantas con un 50% del tamaño final pueden comercializarse (Scaglia, 2004). Se realiza de forma manual dentro del invernadero 35 días post trasplante durante la época otoño-invernal. Durante la época estival, este ciclo se acorta entre 10 a 15 días. El índice de madurez que se utiliza es principalmente por su tamaño, se recortan un poco las raíces y se quitan las hojas exteriores que se encuentran en mal estado.

Acondicionamiento y empaque: el acondicionamiento consiste en cortar las raíces y eliminar las hojas dañadas si las hubiera. El empaque se realiza normalmente en envoltorios individuales de polipropileno, en forma individual. El objetivo es reducir las pérdidas de agua del producto y evitar los daños mecánicos a las plantas. En el establecimiento la lechuga se acondiciona en el mismo local de producción, se recorta las hojas exteriores y es empaquetada en bolsas de polipropileno. Ambas tareas se realizan manualmente.

Almacenaje y transporte: las plantas recién cosechadas son altamente perecederas, deteriorándose rápidamente la calidad a temperatura ambiente. Para obtener la mayor duración la planta debe ser almacenada a 0°C bajo condiciones de alta humedad relativa de 95 a 98 % (Cervantes, 2016).

Para el transporte la temperatura deseada de tránsito es de 1,1°C. Si la misma es de 0°C es peligroso debido a que cualquier variación puede provocar el congelamiento. La lechuga es uno de los cultivos más perecederos comercialmente transportados. Un temprano enfriamiento, temperaturas adecuadas y manipuleo cuidadoso, son requeridos para prevenir un excesivo deterioro en tránsito (Scaglia, 2004) En la producción analizada, una vez empaquetada la lechuga es almacenada en canastos en un sector del invernadero. No cuenta con sistema de refrigeración para el almacenamiento ni para el transporte, debido a que la salida del producto desde la cosecha es muy rápida y al vender en las verdulerías de la zona, el transporte se hace con el vehículo personal.

Comercialización: se realiza de diferentes formas: el mismo productor vende al consumidor directamente, o a través de una boca minorista. El establecimiento en cuestión comercializa la lechuga en las siguientes verdulerías: el Edén ubicada sobre Av. Celso Barrios, Verdulería y Frutería

Leo, sobre Av. Talleres, Verdulería Vía Verde sobre Av. Andrés Lamarque, y el resto a vecinos y conocidos del productor.

Consumidor final: es el eslabón más importante de la cadena de producción ya que es quien define las características del producto en cuanto a su calidad organoléptica y sanitaria.

Indicadores de Responsabilidad social y Sustentabilidad.

El presente trabajo se llevó a cabo teniendo en cuenta las siguientes pautas éticas:

Visión y estrategia:

- Cuenta con políticas formalizadas e implementa procesos para promover valores o crear valor para sus partes interesadas (Indicador 1).
- La conducta de la empresa está regulada bajo un código ético no formal (Indicador 2).

Gobierno y gestión:

- Tiene a disposición del público las certificaciones con las que cuenta, GlobalGap, HACCP, e información sobre los aspectos que abarcan las mismas (Indicador 6).
- La empresa mide los beneficios de su gestión y los considera en la toma de decisiones y en la gestión de riesgo (incluyendo a su cadena de valor) (Indicador 7).
- Participa esporádicamente en seminarios, capacitaciones y eventos sobre compromisos voluntarios e iniciativas de responsabilidad social. (indicador 11).
- Utiliza informaciones externas para identificar los principales impactos económicos, sociales y ambientales que su actividad puede provocar y utiliza este conocimiento en el proceso de toma de decisión, y adopta medidas de remediación en casos puntuales (Indicador 10).

Impacto social:

- Consideración de los impactos sobre distintos grupos de la sociedad y genera el contacto con proveedores y posibles clientes (Indicador 4).
- Respeto la legislación nacional que prohíbe ocupar menores de 16 años, o mayores de esa edad, que comprendidos en la edad escolar no hayan completado la educación obligatoria. Discute internamente la importancia de la educación. (Indicador 22).
- Cumple la legislación. Trata el tema en forma incipiente: Todos sus trabajadores se encuentran inscriptos y trabajan en blanco (Indicador 13).
- Procura identificar el origen responsable y sustentable de los productos y servicios que entrega a sus clientes (Indicador 45).

Impacto ambiental:

- Toma medidas de precaución para el transporte, almacenamiento, depósito y manejo de sustancias tóxicas. Descarta adecuadamente los envases de agroquímicos, haciendo los lavados aconsejados por las legislaciones municipales, provinciales y nacionales. Limpia la maquinaria que utiliza para tratar sus cultivos. (Indicador 29).
- Cuenta con un sistema de gestión ambiental que incluye la política ambiental, realiza mapeos de sus principales impactos negativos. Cuenta con objetivos, metas e indicadores de desempeño para controlar y gestionar sus resultados ambientales (Indicador 34).
- Realiza inversiones en tecnologías más limpias y efectivas de producción, acopio y transporte. Se focaliza en la eficiencia por medio de la adecuación permanente de instalaciones, procesos y productos, buscando minimizar o eliminar las fuentes contaminantes. (Indicador 38).
- La empresa invierte en nuevas tecnologías para el uso racional del agua. Estimula, compromete y controla a su cadena de valor en la gestión sustentable del recurso agua. Hace público su pleno compromiso con el tema (Indicador 36).
- Establece metas e implementa acciones para reducir el consumo de combustibles fósiles y no renovables en sus operaciones productivas. (Indicador 32).

Públicos Interesado/Involucrado

Tabla 2. Sectores afectados por las empresas involucradas en este trabajo.

Público	Tipo de Afectación	Naturaleza
Otros Productores	Mayor competencia. Disminuye sus ingresos.	-Comercial -Económico
Personal de Trabajo	Mejores condiciones de trabajo. Mayor seguridad. Regularidad.	-Social -Económico
Clientes/Consumidores	Mejor Calidad. Correcto manejo de la trazabilidad. Producto inocuo y seguro, libre de residuos químicos.	-Comercial -Social -Económico
Proveedores	Aumenta sus ventas al tener mayores requerimientos de insumos.	-Social -Económico
Comunidad cercana	Producción libre de contaminantes. Atracción de nuevos emprendimientos.	-Ambiental -Social
Generaciones futuras	Cuidado del medio ambiente, producto sano y de calidad. Menor uso de agua potable.	-Ambiental -Social
Docentes y estudiantes	Formación e investigación en hidroponía.	-Educativa
Grupos de alimentación vulnerables	Mejor aprovechamiento de la producción. Se desecha menos alimento.	-Social
Generaciones futuras	Cuidado del medio ambiente, producto sano y de calidad. Menor uso de agua potable.	-Ambiental
Gobierno e instituciones	Impuestos aumento de la carga impositiva.	-Económico

Análisis FODA

Fortalezas

- La producción se lleva a cabo bajo un sistema hidropónico, lo que permite obtener un producto de mejor calidad, vendiéndose a un mayor precio.
- La producción se localiza cercana a los puntos de venta, disminuyendo los costos de comercialización.
- Productor posee conocimientos técnicos.
- Tiene suministro de energía eléctrica y agua potable.
- Disponibilidad de inversión de capital.

Debilidades

- El espacio que dispone es reducido, limitando la producción.
- El producto se vende sin etiquetado y rotulación.
- No posee un sistema de conservación para la producción.
- Carece de una sala de acondicionamiento y post-cosecha.
- Carece de fuentes alternativas de energía eléctrica (generador o pantalla solar), dependiendo totalmente de la energía provista por la red.

Oportunidades

- Acceso a posibles inversores para expansión del establecimiento.
- Adquisición de un terreno en Malagueño que le permitirá ampliar la unidad de producción.
- Demanda creciente de los consumidores por los productos hidropónicos, principalmente hortalizas de hoja.

Amenazas

- Existencia de grandes competidores y aparición de nuevos.
- Situación económica que obligue a los consumidores a inclinarse por productos con menor precio.

Propuestas de mejora

Dentro de las propuestas de mejora se toma como eje principal la implementación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura, las cuales fueron conceptualizadas en el marco teórico y se propone llevarlas a cabo en términos de corto, mediano y largo plazo, estabilizando el sistema en 3 años. El objetivo es garantizar a través de una serie de normas aplicadas en la cadena de producción, la inocuidad del producto final y la seguridad de colocar en manos del consumidor un producto saludable acompañado de un aumento en su calidad.

Implementación de buenas prácticas agrícolas en la cadena productiva a corto plazo (2019)

Estas propuestas apuntan a mejorar la calidad del producto, definiéndolo como un conjunto de cualidades que hacen aceptables los alimentos a los consumidores. Estas características incluyen tanto las sensoriales (sabor, olor, color, textura, forma y apariencia) como las higiénicas y las químicas. La calidad de los alimentos es exigida en el proceso productivo, debido a que el destino final es la alimentación humana y los alimentos son susceptibles en todo momento a sufrir cualquier forma de contaminación. La calidad de los alimentos tiene como objeto no sólo las cualidades sensoriales y sanitarias, sino también la trazabilidad de los alimentos en toda la cadena productiva.

Se desarrollan a continuación las normas de BPA teniendo en cuenta los 7 puntos de las mismas traducidas en propuestas para el nuevo emprendimiento en la localidad de Malagueño. Este nuevo proyecto amplía la escala productiva, mejorando la forma de producción actual que fue analizada a través de una auditoría. Este proyecto inicia con la construcción y puesta en marcha de dos invernaderos nuevos de 500 m² cada uno, bajo el sistema de raíz flotante y cuyo objetivo final es obtener 211.200 unidades productivas en 2020.

Adecuación de la producción al marco regulatorio legal.

En primera instancia se propone que el establecimiento cuente con la habilitación conforme a la normativa del SENASA según la resolución de la SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos) número 48/98 que es específica para establecimientos de empaque y frigoríficos de hortalizas.

Para obtener esta habilitación debe presentar una solicitud de inscripción en carácter de declaración jurada adjuntando la documentación requerida (autenticación del estatuto de sociedad, acta de distribución de cargos, inscripción en la inspección general de justicia, etc.).

Además, el productor debe inscribir su sistema productivo en el RENSPA. El trámite ha de realizarse en la oficina correspondiente a la jurisdicción del establecimiento, a partir del número asignado por el sistema luego de su inscripción. En la oficina de SENASA se registra el número de RENSPA, se imprime y firma la declaración jurada y se entrega la credencial al productor o apoderado.

Etiquetado y rotulación del producto.

Se propone diseñar el etiquetado y rotulación para la comercialización del producto (Figura 15). El rotulado proporcionará la información necesaria para trazabilidad del producto. El objetivo es suministrar al consumidor información sobre las características particulares del mismo, su forma

de preparación, manipulación y conservación, sus propiedades nutricionales y su contenido. Funcionará como un canal de comunicación entre el elaborador/productor de alimentos y el consumidor e incluiría la siguiente información:

Denominación de venta del alimento: Lechuga

- Variedad: Crispa
- Marca registrada: PONIO
- Peso neto (g)
- País de origen: Argentina.
- Identificación del origen desglosado en:

-Nombre (razón social) del productor:

- Domicilio de la razón social;

- Código de identificación del establecimiento en Registro Nacional de Establecimiento (RNE).

- Identificación del lote: código clave precedido de la letra "L"
- Fecha de envasado.
- Contacto con el consumidor: Nº de teléfono, dirección de email, dirección de página web.

Rotulado nutricional: se propone el rotulado con siguiente información nutricional obligatoria en valores mayores o iguales a 100 en números enteros con tres cifras contenidos en 100g de producto:

- Carbohidratos (g)
- Proteínas (g)
- Grasas totales (g)
- Grasas saturadas (g)
- Grasas trans (g)
- Fibra alimentaria (g)
- Sodio (mg)

Debido a que el valor energético de la lechuga no es significativo (19,60 kcal), se sustituirá la declaración del valor energético: "No aporta cantidades significativas de Kcal (Valor medio= 30 Kcal)". Además de esta información obligatoria, se propone que la rotulación contenga:

- Calcio (mg)
- Fósforo (mg)
- Hierro (mg)
- Vitamina A (µg)
- Tiamina (mg)
- Vitamina C (mg)



INFORMACION NUTRICIONAL	
	Valores contenidos en 100g de producto:
Carbohidratos (g)	
Proteínas (g)	
Grasas totales (g)	
Grasas saturadas (g)	
Grasas trans (g)	
Fibra alimentaria (g)	
Sodio (mg)	
Calcio (mg)	
Fósforo (mg)	
Hierro (mg)	
Vitamina A (µg)	
Tiamina (mg)	
Riboflavina (mg)	
Niacina (mg)	
Vitamina C (mg)	
No aporta cantidades significativas de Kcal (Valor medio= 30 Kcal)	

QR-Code

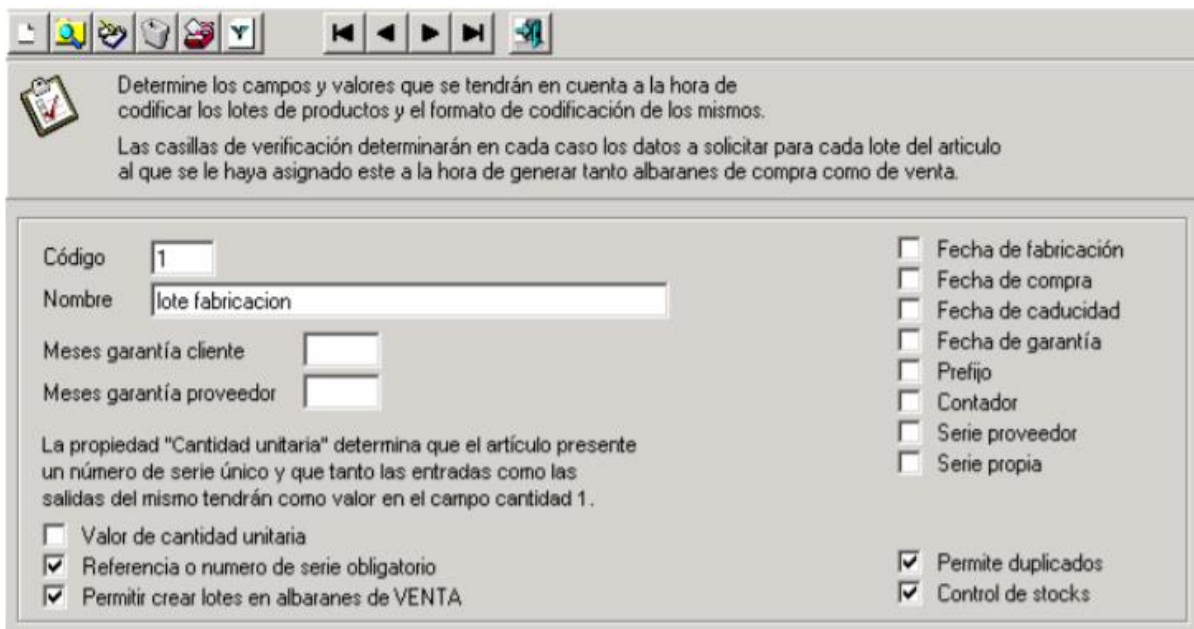


Figura 15: modelo de etiquetado para la comercialización de lechuga hidropónica.

Seguimiento de trazabilidad en la producción.

Para realizar el seguimiento de la trazabilidad es importante que el productor lleve registro detallado de cada actividad que realiza en el proceso productivo. Esta herramienta permite el seguimiento de un producto a lo largo de la línea de elaboración y a través de la cadena alimentaria. Esto se lleva a cabo relevando información a través de la utilización de una planilla (Tabla 3) que brindamos como ejemplo, y luego cargar estos datos en un software gratuito llamado "Almazaras" de origen español y perteneciente a la empresa AM SYSTEM, S.L. (Figura 16), el cual es de fácil manejo y permite generar informes generales sobre el proceso productivo, el flujo de stock y sobre todo nos permite generar un código específico para cada producto donde se identificarán, entre los más importantes, los siguientes datos:

- Fecha de cosecha.
- Origen del producto.
- Variedad.
- Fecha de caducidad.
- Numero de Lote.



The screenshot shows the configuration window of the 'Almazaras' software. At the top, there is a toolbar with navigation icons. Below it, a text box explains the purpose: 'Determine los campos y valores que se tendrán en cuenta a la hora de codificar los lotes de productos y el formato de codificación de los mismos. Las casillas de verificación determinarán en cada caso los datos a solicitar para cada lote del artículo al que se le haya asignado este a la hora de generar tanto albaranes de compra como de venta.'

The main configuration area contains several input fields and checkboxes:

- Código:** A text box containing the number '1'.
- Nombre:** A text box containing 'lote fabricacion'.
- Meses garantía cliente:** An empty text box.
- Meses garantía proveedor:** An empty text box.
- Checkboxes on the right:**
 - Fecha de fabricación
 - Fecha de compra
 - Fecha de caducidad
 - Fecha de garantía
 - Prefijo
 - Contador
 - Serie proveedor
 - Serie propia
- Checkboxes at the bottom:**
 - Valor de cantidad unitaria
 - Referencia o numero de serie obligatorio
 - Permitir crear lotes en albaranes de VENTA
 - Permite duplicados
 - Control de stocks

A note at the bottom left states: 'La propiedad "Cantidad unitaria" determina que el artículo presente un número de serie único y que tanto las entradas como las salidas del mismo tendrán como valor en el campo cantidad 1.'

Figura 16: software Almazaras propuesto para el seguimiento de trazabilidad de la producción de lechuga hidropónica.

Tabla 3. Ficha de trazabilidad para la producción de lechuga hidropónica.

SIEMBRA	Fecha:
	Origen:
	Variedad:
	Cantidad de semilla (gr):
	Sanidad:
	Días de siembra a emergencia:
	Emergencia (%):
	Tipo de sistema utilizado:
	Sustrato:
	Agua: <ol style="list-style-type: none"> 1. Origen: 2. Calidad: <ul style="list-style-type: none"> -Análisis químico: -Análisis microbiológico: -Frecuencia: 3. Frecuencia de renovación: 4. Cantidad utilizada (ml)
Solución nutritiva. <ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad que se aplica (ml): 2. Frecuencia de renovación: 	
Aplicación de productos fitosanitarios. <ol style="list-style-type: none"> 1. Nombre del principio activo: 2. Plaga a controlar: 3. Fecha: 4. Dosis: 	
TRASPLANTE	Fecha:
	Días de siembra a trasplante:
	Nro. de plantines trasplantados:
	Tipo de sistema hidropónico:
	Sustrato:

	Solución nutritiva. <ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad que se aplica (ml): 2. Frecuencia de renovación:
	Agua. <ol style="list-style-type: none"> 1. Frecuencia de renovación: 2. Cantidad utilizada (ml):
	Aplicación de productos fitosanitarios. <ol style="list-style-type: none"> 1. Nombre del principio activo: 2. Plaga a controlar: 3. Fecha: 4. Dosis:
COSECHA	Fecha:
	Días de trasplante a cosecha:
	Momento de cosecha:
	Frecuencia de cosecha:
	Nro. de plantas cosechadas:
	Peso neto promedio:
	Pérdidas (%):

Clave de identificación: para la identificación del producto se propone utilizar código QR (Figura 17). El cual es un código de barras bidimensional cuadrada que puede almacenar datos codificados. Estos datos pueden ser almacenados en un sitio web (URL). Aquí se almacenará una información nutricional detallada, materias primas e insumos utilizados en la producción, ubicación geográfica del lugar de producción, así como también fotografías que ilustran la cadena de producción. Donde el consumidor al acceder a través de su teléfono celular con lector de QR (Figura 18) tiene disponible toda la información con respecto a la trazabilidad del producto que está adquiriendo. De esta manera la relación productora/consumidor se afianza en términos de confianza y transparencia.

QR-Code



Figura 17: código QR utilizado para la visualización del consumidor de la trazabilidad del producto.

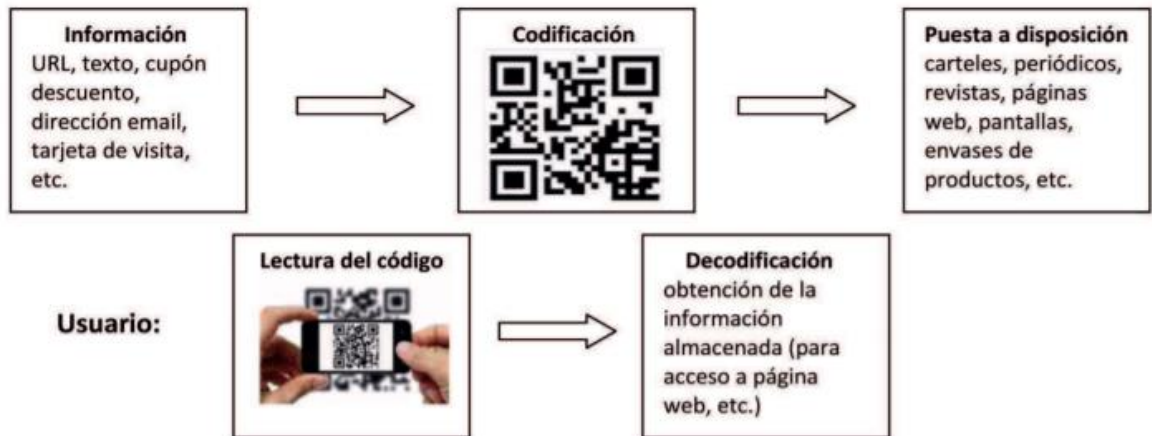


Figura 18: gráfico de flujo de información con código QR aplicado en nuestro sistema.

Localización del invernadero:

- El invernadero debe instalarse en un área limpia, sobre suelo saneado.
- Libre de riesgos de contaminación.
- Protegido de vientos dominantes.
- Orientación norte-sur.
- Con disponibilidad de energía eléctrica y agua para el riego.
- La periferia se debe mantener perfectamente limpia, libre de malezas a como mínimo 30 m alrededor del predio.
- El piso del invernadero debe ser de tierra cubierta por grava, libre de malezas.
- El material de cobertura debe ser de polietileno de alta calidad (500 µm de larga duración). Debe estar correctamente afirmado sobre la estructura y mantenerse adecuadamente, libre de fisuras.
- El área total de ventilación, incluyendo puertas y ventanas debe ser de 100 m² (20% superficie total del invernadero: 500m²).
- Instalar un sistema para la evacuación del agua de lluvia, que consiste en un conjunto de canaletas en los puntos más bajos del desnivel de los techos, para así canalizar el agua hacia un

desagüe. Además, se propone colocar dentro del invernadero rejillas de desagüe para evacuar con facilidad excesos de agua.

-Se propone que cada invernadero cuente con filtros sanitarios a la entrada (lavatorio de manos y de botas) con agua fría y caliente.

Sistema de distribución de agua:

-Disponer y utilizar de agua potable y caliente, para limpieza del personal, herramientas y equipos.

-Continuar con la realización de análisis fisicoquímicos y sumar análisis microbiológicos. Ambos deben hacerse cada 6 meses. Según los valores normales recomendados por el código alimentario argentino (CAA) se aconseja higienizar el reservorio o la red de distribución cuando el recuento de bacterias heterótrofas exceda las 500 UFC/ml de agua. En cuanto a coliformes totales el CAA permite hasta 3 UFC/100 ml de agua, aunque la CE exige la ausencia de los mismos por lo cual en nuestro sistema de producción propuesto se buscará la ausencia total. Sumando a la ausencia total de *Escherichia coli*, *Enterococos fecales*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Clostridium perfringens* en 100 ml de agua como recomienda también el CAA y la Comunidad Europea.

-Registrar la limpieza anual que se realiza al depósito de agua.

Higiene del personal:

Capacitar al personal para que mantenga un correcto estado de la higiene personal en cada etapa del proceso productivo.

Las medidas que se proponen:

-El personal debe mantener un correcto estado de su higiene: lavado de manos, uñas cortas y bien mantenidas. Usar pelo corto o recogido y evitar el uso de aros y alhajas para evitar accidentes y contaminación del producto en la manipulación.

-Disponer con sanitarios para el personal donde dispone de agua fría y caliente, jabón sanitizante y toalla de papel.

-Capacitar al personal para que no fume ni consuma alimentos en ninguna etapa del proceso productivo. Para esto se propone un lugar fuera del lugar de producción donde el personal pueda realizar estas actividades en sus momentos de descanso.

-Utilizar guantes y cofia cuando manipule el producto en los momentos de cosecha, empaque y traslado.

Manejo de productos fitosanitarios: capacitar al personal para la correcta aplicación de los productos (registrados y autorizados por el SENASA). Teniendo en cuenta:

-Al momento de aplicar, utilizar los elementos de protección (guantes, anteojos, delantal u overol impermeable y botas).

-Contar con un local específico para la limpieza de los equipos luego de cada aplicación con lavatorios, destinados exclusivamente a esta tarea, piso de cemento y desagüe.

-Lavar el uniforme en lavatorios exclusivos para la tarea.

-Almacenar los productos bajo llave, en un lugar aislado del lugar donde se manipula el producto cosechado.

-Una vez utilizados los productos, lavar los envases (técnica del triple lavado) y perforados para inutilizarlos. Llevarlos a centros de acopio para su eliminación.

-Registrar cada aplicación con: fecha, nombre del producto, plaga a controlar, dosis.

-Disponer de un botiquín de primeros auxilios.

Buenas prácticas con respecto a la cosecha:

-Capacitar al personal que realiza la cosecha. Debe tener las manos limpias, las uñas cortas, el pelo recogido y no fumar ni beber durante la cosecha.

-Juntar los productos con cuidado evitando los golpes y deterioro por movimientos bruscos y técnica de cosecha inadecuada.

-Colocar las verduras cosechadas deben colocarse en recipientes limpios (lavados o nuevos) sin tocar el suelo.

-Se propone una adecuada eliminación de los restos orgánicos de cosecha destinando un área específica del establecimiento, donde los restos, a razón de ser orgánicos y no contaminar el suelo, serán enterrados.

-Lavar y desinfectar todas las herramientas y utensilios que se utilicen.

-Registrar la cosecha por medio de planillas que serán anexadas con el seguimiento de trazabilidad.

Implementación de buenas prácticas agrícolas en la cadena productiva a mediano plazo (2020).

Instalación de un equipo de refrigeración.

Para este año 2020 el aumento de la producción será 17.600 unidades por mesa esto se propone la instalación de un equipo de refrigeración para mantener la calidad del producto cosechado.

La cantidad de lechuga a cosechar por semana se estima, en promedio, 4107 paquetes. Estos deben ser almacenados en cajones plásticos con capacidad para almacenar 15 plantas (0,52 x 0,30 x 0,24) m³, por lo que se requieren espacio para el almacenamiento 274 cajones. Estimado que una superficie útil del 75%, la cámara deberá tener un volumen de 10,26m³.

Para las lechugas de hoja, el tiempo máximo de almacenamiento es de una semana. La temperatura de la cámara se debe mantener entre 0°C y 2°C y la humedad entre 98-100%.

Transporte: el productor debe solicitar el “Documento de Tránsito Sanitario Vegetal Electrónico” para transportar la producción desde Malagueño hasta Córdoba Capital.

Se propone la compra de un vehículo refrigerado para el traslado de la producción. El mismo debe hacerse a una temperatura de 1,1°C (Figura 19).

Las buenas prácticas que se proponen en relación al transporte son las siguientes:

-Realizar las cargas y descargas deben en el área de despacho, alejada de los locales de producción.

- Capacitar al personal para que realice la carga y descarga de la mercadería con cuidado para evitar daños al producto por golpes, vibración o rotura.
- El camión debe poseer un sistema de sujeción de la carga para evitar movimientos durante el traslado que perjudiquen la calidad del producto y evitar posibles accidentes del personal.
- Estacionar el vehículo para el transporte en lugares aislados, destinado específicamente para ello, alejado de la zona donde se manipulan los productos para evitar la contaminación por gases de combustión.
- Higienizar correctamente el vehículo al regreso de cada viaje, según lo que se especifican en las buenas prácticas agrícolas.
- Comprobar las buenas condiciones de funcionamiento del equipo de refrigeración con termógrafos en la carga para comprobar que la misma ha sido mantenida a la temperatura apropiada durante todo el traslado.
- Verificar la limpieza del equipo, presencia de insectos, restos de productos o la obstrucción de los drenajes de la circulación de aire en el piso.



Figura 19: vehículo para el transporte de lechuga hidropónica, con sistema de frío y caja aislada.

Implementación de buenas prácticas agrícolas en la cadena productiva a largo plazo (2021).

Sala de empaque y acondicionamiento: se propone la construcción de una sala de empaque adaptada a las necesidades específicas del proyecto (Figura 23). La misma debe ser habilitada por el SENASA, según Resolución SAGPyA número 48/98.

Contará con alambrado perimetral. Los exteriores se mantendrán limpios, libre de malezas (2 m de ancho alrededor del alambrado de los cercos, al igual que alrededor de los desagües con la finalidad de evitar la presencia de roedores).

La bodega estará dividida en varias secciones, evitando de esta forma la contaminación cruzada:

-Área de recepción de la cosecha o área sucia: estará destinada a la recepción de los canastos de lechuga. Contará con una mesada de acero inoxidable donde se va a realizar en la limpieza y clasificación de la producción. Para el desecho de los residuos del acondicionamiento deberá disponer de un cesto.

-Sala de pesaje y empaque: es esta sala se hará el pesaje y el empaquetado del producto. Se propone que la sala disponga del siguiente equipamiento:

- Mesadas de acero inoxidable para realizar la limpieza y recorte del producto.
- Filtro sanitario a la entrada y salida de la sala.
- Balanza para el pesaje del producto.
- Ambas salas contarán con:
 - Ventilación para iluminación natural y ventilación provistos de malla anti-insectos.
 - Iluminación artificial con lámparas de luz clara con protección anti-roturas.
 - Equipo de aire acondicionado para mantener la temperatura correcta dentro de la sala.
 - Las paredes cubiertas de azulejos y el piso serán de zócalos.
 - Desagüe.
 - Las cañerías para la circulación de agua empotradas en las paredes para evitar que obstaculicen la circulación.

Área de despacho: se plantea anexa a la sala de empaque (Figura 20). Se propone que disponga igual iluminación y ventilación que la sala de acondicionamiento, paredes recubiertas de azulejo y piso de mosaicos que posibilitará la higienización.

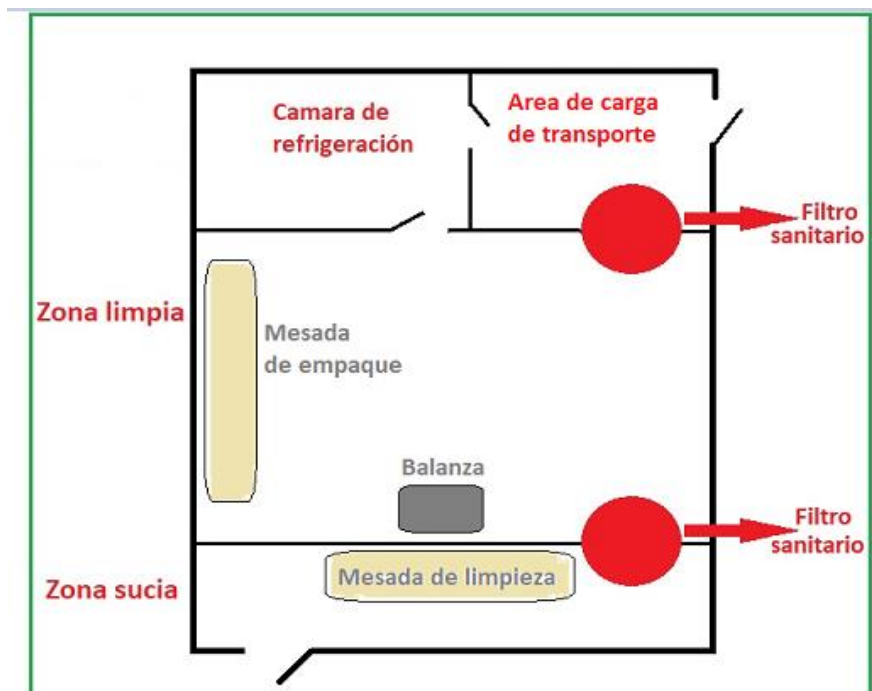


Figura 20: plano propuesto de sala de empaque con área de almacenamiento para la empresa Ponio.

Análisis económico.

El análisis económico se focalizará en la comercialización de la producción de lechuga, teniendo en cuenta el costo de producción sin la propuesta de mejora, y luego con la propuesta de mejora de la calidad del producto, analizado en precios unitarios.

Tabla 4. Análisis del beneficio con el aumento de unidades productivas.

BENEFICIOS CON 1500 UNIDADES PRODUCTIVAS		BENEFICIOS CON 211.200 UNIDADES PRODUCTIVAS.	
COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS
-Semilla. -Bandeja multicelda. -Fertilizante. -Mano de Obra. -Bolsa: \$ -Productos para el control de plagas.		-Semilla. -Bandeja multicelda. -Fertilizante. -Mano de Obra. -Bolsa: \$ -Productos para el control de plagas.	
Costo total: \$8/unidad	\$23/unidad	Costo total: \$6,50/unidad	\$23/unidad
Beneficio: \$15/unidad		Beneficio: \$16,50	

El aumento de la superficie de producción que planea hacer el productor de 32 m² a 1.000 m². Esto permitirá aumentar las unidades de producción. Para ello es necesaria una inversión total de \$1.538.350, discriminando este monto en los siguientes rubros:

Infraestructura 60% (invernáculo, cámara de frío y sala de empaque, cerco perimetral y vehículo para transporte de la mercadería).

Sistema de Cultivo 30% (sistema eléctrico, sistema hidráulico y sistema de cultivo).

Otros gastos y contingencias (10%).

A continuación, se detalla las inversiones contempladas en cada rubro:

- Estructura de 2 invernaderos de 10x50 m. de 500 m2 cada uno: \$415.000
- 4 membranas geotextiles de 7x50 m. de 500 micrones: \$35.000
- Cámara de frío: \$200.000
- Sala de empaque: \$148.500
- Sistema eléctrico: \$50.000
- Sistema de cultivo: \$150.000
- Sistema hidráulico: \$50.000
- Vehículo con refrigeración: \$300.000 (el monto incluye la entrega del vehículo actual del productor como parte de pago).
- Contingencias: \$ 139.850

La vida útil del proyecto es a 10 años, por lo tanto, la sumatoria de las cuotas anuales de amortización son de \$153.835 anuales (ver anexo). El proyecto demanda la contratación de 5 empleados más, con un costo anual en mano de obra de \$1.469.446. El sistema se estabiliza en el tercer año.

Ingresos por ventas serán de \$4.276.800

Costos directos de producción: \$1.246.224

La utilidad bruta es de \$3.030.576. Se propone mejorar el empaquetado del producto por lo que los costos de producción ascienden a \$7,50/paquete, debido a que el costo del empaquetado asciende \$1,50/paquete a \$3/paquete, por lo que se debe aumentar el precio de venta a \$24,50/paquete para mantener la utilidad anual.

Como se detalla en la tabla nro. 5, la entrada bruta anual, considerando los costos fijos, es de \$1.136.210. Además, el interés del préstamo solicitado es de \$80.245 anuales. Teniendo en cuenta las depreciaciones y otros impuestos financieros, la utilidad neta anual es de \$712.308.

Tabla 5. Utilidad neta anual de la empresa Poniiio en el año estabilizado.

PERIODO (ANUAL: 211.200 unidades)	AÑO ESTABILIZADO
INGRESO POR VENTAS	4.276.800
COSTOS VARIABLES	-1.246.224
UTILIDAD BRUTA	3.030.576
IMPUESTO: INGRESOS BRUTO COMERCIO E INDUSTRIA	-106.920
ENERGÍA ELÉCTRICA	-60.000
MANO DE OBRA (6 empleados)	-1.469.446
ALQUILER SRA	-108.000
CUOTA SRL	-36.000
GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN	-30.000
OTROS GASTOS	-84.000
ENTRADAS BRUTAS TOTALES	1.136.210

INTERESES DEL PRÉSTAMO	80.245
UTILIDAD ANTES DE DEPRECIACIONES E IMPUESTOS	1.216.455
DEPRECIACIONES (CAD)	-153.835
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1.062.620
IMPUESTO A LAS GANANCIAS (35%)	-350.313
UTILIDAD DESPUÉS DE ESTE IMPUESTO	712.308
CERTIFICACION DE BPA Y BPA	-15.000
UTILIDAD ANUAL CON CERTIFICACION DE BPA Y BPM	697.308

Para el desarrollo del proyecto el productor realiza la siguiente evaluación de VAN y TIR en la se tiene en cuenta la compra de un medio de transporte y la construcción de una sala de acondicionamiento y empaque (ver anexo). Con una propuesta a 10 años correspondientes, se calcula que el proyecto tendrá una VAN de \$6.170.410 con un TIR de 70.7%.

Por otro lado, destacamos que la certificación de BPA Y BPM será realizada por un Ingeniero Agrónomo el cual tendrá un valor de \$15.000 que disminuirá por única vez la utilidad anual de \$712.308 a \$697.308 cuando se apliquen. Dicho certificado será identificado en el empaque del producto en forma de un sello diferencial.

Consideraciones finales

En función de la auditoría realizada en la empresa Poniiio, se realizó un diagnóstico que demuestra que solo cumple en un 43.57% la aplicación de BPA y BPM. Debido a esto, las propuestas planteadas de aplicación de BPA a lo largo de la cadena de producción le permitirán obtener a la empresa un producto de calidad e inocuidad sin aumentar significativamente los costos de producción, cumpliendo así con las normas establecidas en el Código Alimentario Argentino, que serán obligatorias a partir del año 2021.

Estas prácticas aplicadas en el corto plazo no requieren de inversiones importantes. La empresa con la correcta ubicación, construcción y mantenimiento del invernadero, corrigiendo la distribución del sistema de agua, capacitando al personal sobre el cuidado de la higiene en cada etapa del proceso productivo y el manejo adecuado de los productos fitosanitarios, mejorarán la inocuidad del producto. La implementación de la trazabilidad facilitará el seguimiento y control de la producción a lo largo del proceso productivo. El uso del etiquetado y rotulación en el packaging mejorará la presentación del producto y constituirá un canal de comunicación con los consumidores, comercializando un producto de calidad.

A mediano y largo plazo, se debe tener en cuenta el análisis de factibilidad económica ya que se requiere de inversiones significativas que reducen la utilidad debido a la alta tasa de amortización y el bajo precio de venta del producto, por lo que se recomienda la producción de alimentos de cuarta gama, con mayor valor agregado y realizar la comercialización directamente a consumidor, evitando los intermediarios. Esto permitirá aumentar el precio de venta y, consecuentemente, la utilidad neta anual de la producción.

Bibliografía

- Administración Nacional de Medicamentos, A. y T. M. (2018). *Buenas Prácticas de Manufactura*. 1, 14-16.
- Basterrechea, M. (2014). *pH y calidad del agua* (H. Casera, Ed.). Recuperado de <https://www.hidroponiacasera.net/calidad-del-agua-y-ph-en-hidroponia-guia-basica/>
- Beltrano, J. G. (2001). *Cultivo en hidroponía* (2001.^a ed.; Universidad Nacional de La Plata, Ed.). La Plata, Argentina.
- Brochure, S. (2016). Trampas para el control de plagas en los cultivos. *Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA)*, 5.
- Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes. (2019). *Buenas Prácticas Agrícolas: Uso Seguro de Productos Fitosanitarios*. 22.
- Cervantes, M. (2016). *Efecto de la humedad relativa* (A. U. of Queretaro, Ed.). Querétaro, México.
- Colamarino, I. (2006). *La producción hortícola en Argentina* (2006.^a ed.; SAGyA, Ed.). Buenos Aires, Argentina.
- Gilsanz, J. C. (2017). *Hidroponía y su producción* (I.N.I.A, Ed.). Buenos Aires, Argentina.
- González, J. (2014). *Sistema de raíz flotante* (Hidroponía Mex, Ed.). Recuperado de <http://hidroponiamex.blogspot.com/>
- IBIS World. (2016). *Hydroponic Crop Farming: Market Research Report* (2016.^a ed.; Industry Research Division, Ed.). EE.UU.
- InfoNegocios. (2018). Especialistas en hoja. Recuperado de <https://infonegocios.info/nota-principal/especialistas-en-joja-midory-produce-1-500-000-paquetes-de-verduras-de-joja-al-ano-proyectos-con-aromaticas-y-productos-de-cuarta-gama>
- J. Birgi. (2015). *Producción hidropónica de hortalizas de hoja*. (2015.^a ed.; S. C. INTA, Ed.). Santa Cruz.
- Karlanian, M. (2014). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas* (INTA, Ed.). Buenos Aires, Argentina.
- Lacarra, G.A.R, & G. (2011). *Validación para sistemas hidropónicos en producción de lechuga*. (2011.^a ed.; U. Veracruzana & Univer, Eds.). Veracruz.
- Ministerio de Agricultura, G. y P. (2017). Código Alimentario Argentino. Recuperado de Capítulo XI Alimentos vegetales website: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo_XI.pdf
- Oasis, S. (2015). *Sustratos Hidropónicos* (Vol. 2). Veracruz, México.
- P. Bima, L. Carbelo, H. Fontan (2013). *Sistemas de producción de cultivos intensivos*. (2013.^a ed.; Universidad Nacional de Córdoba, Ed.). Córdoba, Argentina.
- P. Feldman. (2018). *Guía de buenas prácticas de manufactura* (2018.^a ed.; Secretaría de Gobierno de Agroindustria, Ed.).
- Porcuna, J. L. (2011). *Aceite de neem* (2011.^a ed.; S. de sanidad Vegetal, Ed.). Valencia, España.
- Scaglia, E. (2004). *Lechuga tipo de hoja. Prácticas para una producción continua a campo* (I. RAFAELA, Ed.). Rafaela, Argentina.
- Zumbado, M. (2006). *Enfermedades en cultivos hortícolas*. (2016.^a ed.; I. nacional de Biodiversidad, Ed.). Costa Rica.

Anexos

Anexo 1

Nombre del Establecimiento: <u>Ponilio</u> Hidroponia	
Dirección: Celso Barrios 1643 B° Jardin	Localidad: Córdoba
Teléfono: 0351-155448897	
Nivel de Producción <input type="radio"/> Grande. <input type="radio"/> Mediano. <input checked="" type="radio"/> Pequeño.	
Destino de la Producción. <input checked="" type="radio"/> Regional. <input type="radio"/> Nacional. <input type="radio"/> Exportación.	

Auditoría aplicada a la producción hidropónica.

	REQUISITOS	PUNTUACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	OBSERVACIONES
1	Cuenta con la habilitación municipal para el funcionamiento del establecimiento	0	10	No cuenta con habilitación municipal
2	El local de producción se encuentra en un área limpia, libre de riesgos de contaminación (canales de aguas contaminadas, plantas industriales)	10	10	
3	El material de propagación (semillas, plantines u otros) está claramente identificado.	10	10	
BUENAS PRACTICAS EN RELACION AL USO DE AGUA				
4	El establecimiento cuenta con agua potabilizada apta para consumo humano.	10	10	
5	El establecimiento cuenta con agua caliente para el lavado de los productos.	5	10	Cuenta con agua caliente pero no la utiliza.

6	El establecimiento ha realizado análisis físico-químicos anualmente y microbiológicos semestralmente para verificar la calidad del agua.	5	10	Ha realizado análisis físico-químico anualmente. No microbiológicos
7	El establecimiento utiliza agua libre de microorganismos patógenos, y ausencia de sustancias peligrosas, como ser metales pesados, arsénico, cianuro.	10	10	
8	La producción tiene sistema de pozo cerrado para el almacenamiento del agua que evita la contaminación.	10	10	
9	El depósito de almacenamiento de agua es higienizado semestralmente. Posee registro de cada higienización.	6	10	Es higienizado con lavandina anualmente. No posee registro.
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RELACIÓN AL MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS				
10	Los productos fitosanitarios que el establecimiento utiliza están registrados en el SENASA.	10	10	
11	El productor respeta las dosis, el momento de aplicación, el periodo de carencia y las restricciones de uso.	10	10	
12	Al momento de aplicar, el personal utiliza los equipos de seguridad (guantes, anteojos, delantal u overol impermeable y botas).	0	10	No utiliza ningún elemento de seguridad
13	El personal que realiza la aplicación posee la certificación correspondiente.	0	10	Aplica el productor y no cuenta con la certificación.
14	Previo a la aplicación el personal lee atentamente las recomendaciones de los marbetes/etiquetas.	10	10	
15	Cada aplicación es registrada indicando fecha, tratamiento, producto y dosis.	6	10	Registra la fecha de aplicación, pero no la dosis ni el producto
16	El depósito de los productos fitosanitarios se realiza en un local aislado del lugar donde se manipula y almacena el producto cosechado.	5	10	El depósito está por fuera del invernadero, pero no está cerrado.

17	Luego de cada aplicación el equipo es correctamente limpiado e higienizado en un espacio con piso de cemento y desagüe.	3	10	El equipo es higienizado en una pileta de uso común.
18	El uniforme es lavado en piletas destinadas exclusivamente a esta tarea.	0	10	No utiliza uniforme para aplicar.
19	Una vez utilizados los productos, los envases son lavados y perforados para inutilizarlos. Son llevados a centros de acopio para su eliminación.	0	10	Una vez utilizados los envases son embolsados y puesto junto con la basura común.
20	El establecimiento cuenta con botiquín de primeros auxilios en caso de intoxicación.	0	10	No posee botiquín.
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RELACIÓN A LA COSECHA.				
21	La lechuga se cosecha en el estado de madurez apropiado (a partir del 50% de su tamaño final dependiendo del mercado).	10	10	
22	La albahaca se cosecha cuando la planta alcanza una altura entre 10 y 15 cm.	4	10	No mide la altura para cosechar.
23	La cebolla de verdeo es cosechada con una altura mínima de 30 cm.	10	10	
24	Al momento de cosechar los restos de cosecha se juntan y eliminan en la forma apropiada, (quemado, enterrado, etc.)	5	10	Si bien los restos de cosecha no quedan en el invernadero, son embolsados y puestos junto con la basura común.
25	Los productos cosechados se manipulan con cuidado, sin sobrecargar los contenedores, evitando el daño físico.	10	10	
26	Durante la cosecha el personal utiliza guantes y cofia al manipular el producto. No fuma ni come durante la operación.	4	10	No utiliza ni cofia ni guantes.
BUENAS PRÁCTICAS RELACIONADAS AL ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE				

27	El acondicionamiento y empaque se realiza en el mismo local de producción.	4	10	Se realiza en el invernadero.
28	El producto es empaquetado en un envase inocuo (bandejas, bolsas de polietileno) que no afecta la calidad del producto.	10	10	
29	El personal utiliza guantes y/o cofia al manipular el producto.	0	10	No utiliza.
BUENAS PRACTICAS PARA EL ALMACENAMIENTO				
30	El almacenamiento del producto se realiza en un local aislado, lejos de los depósitos de herramientas y productos fitosanitarios	0	10	Se realiza en el mismo invernadero
31	El producto se almacena en un local adecuado con un sistema de refrigeración.	0	10	No utiliza ningún sistema de refrigeración.
BUENAS PRÁCTICAS PARA EL TRANSPORTE				
32	El vehículo de transporte cuenta con un sistema de refrigeración.	0	10	No posee
33	Luego de cada viaje, se realiza la limpieza y desinfección del vehículo con productos autorizados por el SENASA. Posee registro del día, hora y del producto que usa en cada limpieza.	0	10	No realiza
34	El vehículo para el transporte cuenta con la habilitación para el transporte de productos frescos.	0	10	No posee. Utiliza el vehículo personal
BUENAS PRÁCTICAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN.				
35	El producto se comercializa con rotulación, nombre del alimento, designación de lote, nombre y dirección del productor; fecha de empaquetado.	0	10	El empaque del producto no posee ningún tipo de rotulación.
BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE HIGIENE Y SANIDAD DEL PERSONAL				
36	El personal cuenta con sanitarios aislados del local de producción con	10	10	

	agua potable, jabón sanitizante y toallas descartables, para la higienización.			
37	El personal mantiene un correcto estado de la higiene personal (lavado de manos, uñas cortas y bien mantenidas)	10	10	
ESTRUCTURA DEL INVERNADERO.				
38	El invernadero se localiza sobre suelo saneado, sin peligros de encharcamiento, con reparo de vientos dominantes.	5	5	
39	El invernadero posee una orientación norte-sur.	5	5	
40	La periferia del invernadero se encuentra perfectamente limpia, libre de malezas.	2	5	Se encuentra libre de malezas. Está rodeado por plantas aromáticas como medida para repeler plagas.
41	El invernadero dispone de energía eléctrica y agua para riego.	5	5	
42	El invernadero está construido con una estructura de madera recubierta con polietileno de alta calidad.	5	5	
43	El invernadero posee cobertura con mallas de sombra móvil para disminuir la temperatura en el verano.	3	5	La media sombra no es móvil. Se coloca en el verano y se extrae en el otoño.
44	El invernadero cuenta con ventilación adecuada (20 % de la superficie cubierta)	2	5	
45	La estructura de madera del invernadero se encuentra bien mantenida. No presenta curvaturas ni agrietas duras.	5	5	
46	La cobertura de polietileno se encuentra bien afirmada sobre la estructura de madera.	2	5	Presenta una profunda fisura.

47	El invernadero presenta piso de tierra limpio, libre de malezas.	1	5	Hay pequeños manchones de malezas en crecimiento.
48	Las tuberías de distribución de agua, se encuentra en buen estado y no obstaculizan el movimiento dentro del invernadero.	5	5	
49	El invernadero cuenta con un sistema de evacuación del agua de lluvia.	0	5	No posee.

PUNTUACIONES

Entre 90% y 100%: Aprobado.

Entre 80% y 90%: Aprobado, pero con observaciones.

Menos del 80%: No aprobado.

Valoración por bloque en porcentaje:

Bloque	Porcentaje
1 al 3	$20/30 * 100\% = 66.7\%$
Buenas Prácticas en Relación al Agua (4 al 9)	$46/60 * 100\% = 76,7\%$
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RELACIÓN AL MANEJO Y USO DE PLAGUICIDAS (10 al 20)	$44/100 * 100\% = 44\%$
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN RELACIÓN A LA COSECHA (21 al 26)	$43/60 * 100\% = 71.6\%$
BUENAS PRÁCTICAS RELACIONADAS AL ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE (27 al 29)	$14/30 * 100\% = 46,6\%$
BUENAS PRACTICAS RELACIONADAS AL ALMACENAMIENTO (30 a 31)	$0/20 * 100\% = 0\%$
	$0/30 * 100\% = 0\%$

BUENAS PRÁCTICAS RELACIONADAS AL EL TRANSPORTE (32 a 34)	
BUENAS PRÁCTICAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN. (35)	0/10*100%=0%
BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CONTROL DE HIGIENE Y SANIDAD DEL PERSONAL (36 a 37)	20/20*100%=100%
ESTRUCTURA DEL INVERNADERO. (38 a 49)	40/60*100%=76.7%

Valoración total en porcentaje:

$$(66.7\% + 76,7\% + 44\% + 71.6\% + 0\% + 0\% + 0\% + 100\% + 76.7\%) / 10 = 43,57\%$$

Anexo 2.

Resumen ejecutivo.

-Capacidad productiva anual: 211.200 Unidades

-Precio Mayorista: 23 \$/unidad

INGRESOS POR VENTAS año 1	1.960.200	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 2	4.217.400	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 3	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 4	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 5	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 6	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 7	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 8	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 9	4.276.800	Pesos
INGRESOS POR VENTAS año 10	4.276.800	Pesos
Σ INGRESO TOTAL	40.392.000	Pesos
	897.600	Dólares

Inversión:

1.538.350	Pesos
34.186	Dólares
45,00	Tasa de Conversión de Referencia

Financiamiento/Inversión:	39%	
Monto \$:	600.000	Pesos
Monto U\$S:	13.333	Dólares

EBITDA año 1	80.424	Pesos
EBITDA año 2	1.122.603	Pesos
EBITDA año 3	1.136.210	Pesos
EBITDA año 4	1.136.210	Pesos
EBITDA año 5	1.136.210	Pesos
EBITDA año 6	1.136.210	Pesos
EBITDA año 7	1.136.210	Pesos
EBITDA año 8	1.136.210	Pesos
EBITDA año 9	1.136.210	Pesos
EBITDA año 10	1.136.210	Pesos
Σ EBITDA TOTAL	10.292.706	Pesos
	228.727	Dólares

HORIZONTE DE VALUACIÓN:	10 años
RECUPERO DE INVERSIÓN:	Año 2
VAN:	6.170.410
TIR:	71%

Costo de producción de lechuga hidropónica.

-Costo de la solución nutritiva (SN): las bandejas de germinación de 200 celdas tienen un volumen de 15 cc (centímetros cúbicos) aprox. por celda.

-1 Bandeja de Germinación: 3.000 cc = 3 dm³ (1 cc= 1dm³)

-Consumo de SN: 300,00 cm³/planta/día

- Tiempo en raíz flotante: 42,00 días

-Consumo Total de SN: 12,60 Litros

-Costo de SN: \$2,16

Costo operativo mensual.

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	COSTO (\$ IVA Incluido)	COSTO UNITARIO (En \$ IVA Incluido)
Semillas	5.000	Unidades	3.600,00	0,720
Sustrato	90,00	dm3	370,00	0,067
Nutrientes	1.000.000	Litros	305,42	0,021
Empaquetado			171,12	2,156
Logística/Distribución			1,50	1,500
Total:				5,464

-Costo de Producción: 5,44 \$/unidad

-Contingencias 20%: 1,09 \$/unidad

-TOTAL: 6,53 \$/unidad.

Mano de obra:

Personal requerido:	Trabajador Calificado
Cantidad:	3
Salario:	\$ 15.524,26
Salario + SAC:	\$ 16.817,95
Presupuesto Mensual:	\$ 50.453,84

PRESUPUESTO OPERATIVO

Periodo	n	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por Ventas	(+)	1.960.200	4.217.400	4.276.800	4.276.800	4.276.800	4.276.800	4.276.800	4.276.800	4.276.800	4.276.800
CMV	(-)	-571.186	-1.228.915	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224	-1.246.224
Utilidad Bruta	=	1.389.014	2.988.485	3.030.576	3.030.576	3.030.576	3.030.576	3.030.576	3.030.576	3.030.576	3.030.576
IIBB y Comercio e Industria	(-)	-49.005	-105.435	-106.920	-106.920	-106.920	-106.920	-106.920	-106.920	-106.920	-106.920
Energía Eléctrica	(-)	-45.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000	-60.000
Mano de Obra	(-)	-1.102.085	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446	-1.469.446
Alquileres SR	(-)	0	-81.000	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000	-108.000
Cuota SR	(-)	-27.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000	-36.000
Gastos de Comercialización	(-)	-22.500	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000	-30.000
Otros Gastos	(-)	-63.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000	-84.000
EBITDA	=	80.424	1.122.603	1.136.210	1.136.210	1.136.210	1.136.210	1.136.210	1.136.210	1.136.210	1.136.210
Intereses del Préstamo (i)	(-)	40.123	40.123	40.123	80.245	80.245	80.245	80.245	80.245	80.245	80.245
Utilidad antes de Depreciaciones e Impuestos	=	120.547	1.162.726	1.176.333	1.216.455	1.216.455	1.216.455	1.216.455	1.216.455	1.216.455	1.216.455
Depreciaciones (D) (gastos no desembolsables)	(-)	-115.376	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835	-153.835
Utilidad antes de Impuestos	=	5.171	1.008.891	1.022.498	1.062.620	1.062.620	1.062.620	1.062.620	1.062.620	1.062.620	1.062.620
IIGG (35%)	(-)	-55.980	-394.161	-384.880	-367.596	-350.313	-350.313	-350.313	-350.313	-350.313	-350.313
Utilidad Después de Impuesto	=	-50.809	614.731	637.618	695.024	712.308	712.308	712.308	712.308	712.308	712.308

PRESUPUESTO DE INVERSIONES

Periodo	n	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Utilidad Después de Impuesto	(+)	-50.809	614.731	637.618	695.024	712.308	712.308	712.308	712.308	712.308	712.308
Depreciaciones (D) (gastos no desembolsables)	(+)	115.376	153.835	153.835	153.835	153.835	153.835	153.835	153.835	153.835	153.835
Utilidad Neta	=	64.567	768.566	791.453	848.859	866.143	866.143	866.143	866.143	866.143	866.143
Inversiones	(-)	-1.538.350									
Préstamo	(+)	600.000									
Amortización del Préstamo	(-)	-46.154	-184.615	-184.615	-184.615	0					
FCFF (S/Valor Residual)	=	-919.937	583.950	606.837	664.244	866.143	866.143	866.143	866.143	866.143	866.143
Valor Residual del Activo	(+)										38.459
FCFF (C/Valor Residual)	=	-919.937	583.950	606.837	664.244	866.143	866.143	866.143	866.143	866.143	904.601
FLUJO ACUMULADO DE FONDOS	=	-919.937	-335.987	270.851	935.094	1.801.237	2.667.380	3.533.523	4.399.665	5.265.808	6.170.410

INDICADORES DE DECISIÓN

	Valor		Parámetro
VAN	6.170.410	>	0
TIR	70,7%	>	0,0%
MAXIMA EXPOSICIÓN FINANCIERA	-919.937	Año 1	
PERIODO DE RECUPERO	Año 2		