

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PRODUCCIÓN DE TRIGO (*Triticum aestivum*) VERDE
HIDROPÓNICO PARA LA ELABORACIÓN DE UN
“SUPERFOOD” (WHEATGRASS)”**

**TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

JOSÉ SEBASTIAN TORRES ALAYO

LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TSP JOSE SEBASTIAN TORRES ALAYO - WHEATGRASS.docx.pdf (D160742257)
Submitted	2023-03-11 15:27:00
Submitted by	
Submitter email	sebastiantorres777@gmail.com
Similarity	16%
Analysis address	flozano.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	tesis de W Lozano.docx Document tesis de W Lozano.docx (D158271683)		4
W	URL: https://pdfs.semanticscholar.org/feb5/5e7073972f1da5b8de8acb081753227de5f2.pdf Fetched: 2021-12-03 08:16:00		1
SA	Anteproyecto Ricardo Larrea.docx Document Anteproyecto Ricardo Larrea.docx (D14854849)		9
W	URL: https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf Fetched: 2021-11-16 06:50:09		5
W	URL: https://www.researchgate.net/publication/262741308_EL_forraje_verde_hidroponico_FVH_Una_altern... Fetched: 2021-04-12 13:30:50		1
W	URL: https://www.redalyc.org/journal/436/43654191005/html/ Fetched: 2021-08-18 07:03:44		8
W	URL: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2226-17612016000200007 Fetched: 2022-04-16 02:54:43		2
W	URL: https://bioforrajes.com/forraje/ventajas-fvh/ Fetched: 2022-04-10 00:45:51		1
W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/416/41611810002.pdf Fetched: 2021-11-18 06:40:30		2
SA	Castro Bryan.doc Document Castro Bryan.doc (D40643601)		1
W	URL: https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/403/1/Luis%20Angel%20Lopez%20Mar... Fetched: 2019-11-18 20:49:39		4
SA	graduac expok.docx Document graduac expok.docx (D34390300)		3
W	URL: http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941756002/html/index.html Fetched: 2021-06-21 08:15:47		2

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PRODUCCIÓN DE TRIGO (*Triticum aestivum*) VERDE
HIDROPÓNICO PARA LA ELABORACIÓN DE UN
“SUPERFOOD” (WHEATGRASS)”**

Presentado por:

JOSÉ SEBASTIAN TORRES ALAYO

Trabajo suficiencia profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Elizabeth Consuelo Heros Aguilar

PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Carlos Melchor Jaulis Cancho

ASESOR

.....
Ing. M. Sc. Flavio Lozano Isla

MIEMBRO

.....
Dr. Jorge Eduardo Jiménez Dávalos

MIEMBRO

Lima – Perú

2023

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos.....	1
1.1.1.	Objetivo general	1
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Superfood.....	3
2.1.1.	Definición	3
2.1.2.	Ventajas de su consumo	3
2.2.	Hidroponía	3
2.2.1.	Definición	3
2.2.2.	Ventajas	4
2.2.3.	Desventajas.....	4
2.3.	Forraje verde hidropónico (FVH)	5
2.3.2.	Definición	5
2.3.3.	Ventajas	6
2.3.4.	Desventajas.....	7
2.3.5.	Importancia del FVH.....	7
2.4.	Sistema de producción	8
2.4.1.	Sistema de riego.....	8
2.4.2.	Etapas para la producción de FVH	10
2.5.	Producción de FVH en el mundo.....	11
2.6.	Factores abióticos que influyen en la producción de FVH	11
2.7.	Nutrición en la producción de FVH.....	12
2.8.	Instalaciones para la producción de FVH	13
2.9.	Características del FVH de trigo.....	13
2.10.	Wheatgrass o jugo de pasto de trigo hidropónico	14
2.11.	Importancia del Wheatgrass (jugo de pasto de trigo germinado)	14
2.12.	Proceso administrativo y financiero.....	15
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	23
3.1.	La empresa.....	23
3.2.	Identificación de puntos críticos	27

3.2.1.	Sistema de producción de forraje verde hidropónico de trigo.....	27
3.2.2.	Proceso de elaboración de un Superfood Wheatgrass.....	30
3.3.	Solución de los puntos críticos identificados.....	31
3.3.1.	Innovación de procesos para la obtención de Wheatgrass	34
3.4.	Implementación de marketing.....	44
IV.	CONCLUSIONES	46
V.	RECOMENDACIONES	48
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
VII.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento	7
Tabla 2: Características del Forraje Verde Hidropónico de trigo.....	13
Tabla 3: Aspectos dentro de la toma de decisiones dentro de la administración de operaciones	20
Tabla 4: Mejora en los estándares de calidad en la etapa de germinación para la producción de FVH	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de microaspersores.....	9
Figura 2: Diagrama de organización dentro del sistema de administración de operaciones.....	19
Figura 3: Organigrama de la empresa MAMAQURA S.A.C.....	24
Figura 4: Flujograma de procesos de producción de forraje verde hidropónico destinado para venta.....	32
Figura 5: Diagrama de flujo de proceso para la producción del paquete tecnológico, forraje verde hidropónico destinado Wheatgrass.....	33
Figura 6: Primer módulo de producción de FVH.....	34
Figura 7: Segundo módulo de producción de FVH.....	35
Figura 8: Tercer módulo de producción de FVH.....	35
Figura 9: Modificaciones de la bandeja.....	37
Figura 10: Tablero de control de riego con sensores.....	38
Figura 11: Sensor Rain Bird.....	38
Figura 12: Partes de un punto de riego.....	39
Figura 13: FVH de alta calidad.....	40
Figura 14: Envases de Wheatgrass.....	41
Figura 15: Estrujadora (primer prototipo).....	42
Figura 16: Estrujadora (segundo prototipo).....	42
Figura 17: Proceso de congelado de Wheatgrass.....	43
Figura 18: Semilla de trigo.....	53
Figura 19: Bandeja de producción (cara frontal).....	53
Figura 20: Bandeja de producción (cara posterior).....	54
Figura 21: Pozas de pregerminación.....	54
Figura 22: Zona de producción.....	54
Figura 23: Módulo con bandejas artesanales de producción.....	55
Figura 24: Microaspersores de riego.....	55
Figura 25: Bandejas de producción con distribución de 50°.....	56
Figura 26: Sistema de control de riego automatizado.....	56
Figura 27: Producción de forraje verde hidropónico.....	57
Figura 28: Evaluación sanitaria del FVH.....	57

Figura 29: Forraje verde hidropónico libre de impurezas	57
Figura 30: Cosecha de un Lote de FVH	58
Figura 31: Selección de bandejas para procesamiento de Wheatgrass.....	58
Figura 32: Envasado de Wheatgrass.....	58
Figura 33: Sellado de Wheatgrass	59
Figura 34: Unidad de producción	59
Figura 35: Empaque interno	59
Figura 36: Presentación final del Wheatgrass	60
Figura 37: Empaque externo.....	60
Figura 38: Cara frontal del empaque	60
Figura 39: Cara posterior del empaque (vencimiento de 1 año).....	61
Figura 40: Proveedor de envases con certificación alimentaria	61
Figura 41: Envases de Wheatgrass	61
Figura 42: Sellador	62
Figura 43: Congeladoras.....	62
Figura 44: Planta de producción de Wheatgrass	62
Figura 45: Extractor de Wheatgrass	63
Figura 46: Zona de refrigeración	63
Figura 47: Mesas de aluminio	63
Figura 48: Pulverizador de FVH	64
Figura 49: Almacén	64
Figura 50: Marca patentada	64
Figura 51: Desarrollo de una página web	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Evidencias fotográficas.....	53
---------------------------------------	----

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, describir el sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH) de trigo para la elaboración de un Superfood Mundial denominado “Wheatgrass”. Se presenta una descripción de la elaboración de la materia prima a partir de las plantas de trigo en estado de crecimiento temprano, presentando alto contenido de proteínas, carbohidratos y un bajo contenido de fibra. Se describe también todo el proceso desde la implementación de los invernaderos y la obtención de las semillas de calidad, hasta la cosecha, estrujado y el envasado del wheatgrass. En la cosecha se realiza el corte de las hojas del FVH, luego son lavadas, usando dióxido de cloro y ozono, por lo que se le puede considerar orgánico. También se realizaron modificaciones en las maquinarias para una mejor optimización del proceso de estrujado. Estas mejoras se realizaron para obtener un producto de nivel industrial, que involucre un menor costo y a mayor escala y así pueda ser consumido por más personas.

Palabras clave: forraje hidropónico, superalimento, Wheatgrass, invernadero, orgánico.

ABSTRACT

The objective of this work was to describe the production system of hydroponic green fodder (FVH) of wheat for the elaboration of a World Superfood called "Wheatgrass". A description of the elaboration of the raw material is presented from wheat plants in an early growth state, presenting a high content of proteins, carbohydrates, and low fiber content. The entire process is also described from the implementation of the greenhouses and the obtaining of quality seeds to the harvest, crushing, and packaging of the wheatgrass. During the harvest, the FVH leaves are cut, then they are washed, using chlorine dioxide and ozone, so it can be considered organic. Modifications were also made to the machinery for better optimization of the squeezing process. These improvements were made to obtain an industrial-level product, which involves a lower cost and on a larger scale and thus can be consumed by more people.

Keywords: hydroponic fodder, superfood, Wheatgrass, greenhouse, organic.

I. INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es la materia prima para la elaboración del Superfood Mundial denominado Wheatgrass, el FVH se obtiene a partir de semilla viable de trigo, esta tecnología permite la producción de biomasa vegetal a partir del crecimiento inicial de las plantas en el estado de crecimiento temprano, presentando alto contenido de proteínas e hidratos de carbono soluble y un bajo contenido de fibra poco lignificada. Los procesos de pregerminación aseguran contar con material homogéneo para ser ingresados al sistema de hidroponía, en donde se mantiene un control balanceado en las unidades de producción (bandejas) recibiendo una nutrición eficiente y condiciones favorables para su desarrollo (Alvites *et al.* 2019).

Según Rodríguez (2003), menciona que el Forraje Verde Hidropónico (FVH), es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas como avena, trigo, maíz y sorgo; que han crecido por un periodo de 9 a 15 días, logrando alcanzar una altura de 20 a 25 cm. Esto en función a las condiciones micro climático en que se produce, tales como: luz, temperatura y humedad.

El presente trabajo de suficiencia profesional describe el sistema de producción de FVH de trigo para la elaboración de un Superfood Mundial denominado “Wheatgrass”.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Describir el sistema de producción de forraje verde hidropónico de trigo para la elaboración de un Superfood Mundial denominado “Wheatgrass”.

1.1.2. Objetivos específicos

- Describir el sistema de producción de forraje verde hidropónico de trigo.
- Describir el proceso de elaboración de un Superfood Mundial denominado Wheatgrass.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Superfood

2.1.1. Definición

Un superfood es un alimento con densidad nutricional que potencia la salud, contiene proteínas, vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, minerales y antioxidantes. Son indispensables en una alimentación saludable. Algunos venerados hace siglos en distintas culturas y otros, protagonistas en las últimas décadas (INFOBAE, 2017).

2.1.2. Ventajas de su consumo

INFOBAE (2017) menciona las principales ventajas de los Superfoods:

- Brindan el máximo beneficio al organismo.
- Es preventivo, evita enfermedades.
- Protege órganos y sistemas.
- Cataliza funciones.
- Fomenta la sensación de bienestar.

2.2. Hidroponía

2.2.1. Definición

Es un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales, disueltos en agua y en el que, en vez del suelo, se utiliza como sustrato un material inerte, o simplemente la misma solución (Ramírez y Soto, 2017). Un buen desarrollo de las plantas dependerá de asegurar el agua, luz, aire, sales minerales y sustentación para las raíces.

2.2.2. Ventajas

Según Munguía (2012), afirma que las principales ventajas del sistema hidropónico son las siguientes:

- Balance ideal de aire, agua y nutrientes.
- Excelente drenaje.
- Gran ahorro en el consumo de agua, el agua se recicla.
- Perfecto control del pH.
- No se depende tanto de los fenómenos meteorológicos.
- Reducción de costos de producción, ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Posibilidad de enriquecer los productos alimenticios con sustancias como vitaminas o minerales.
- La recuperación de lo invertido es rápida.
- Se requiere mucho menor espacio y capital para una mayor producción.
- No se usa maquinaria agrícola (tractores, rastras, etc.).
- Mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.

2.2.3. Desventajas

Según Castellanos (2012), las desventajas de la hidroponía son:

- Los costos de puesta en marcha para la construcción de invernaderos, anaqueles, mesas, bancos, sistemas hidráulicos y eléctricos son altos.
- Requiere para su manejo conocimiento técnico, principios de fisiología vegetal y de química inorgánica.
- A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto.
- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultiva en el sistema.
- Requiere de un abastecimiento continuo de agua.

La hidroponía permite obtener plantas de buena calidad y desarrollo sin usar tierra y que son nutridas por soluciones de agua, micro y macroelementos (sales minerales) (Moro, 2005).

2.3. Forraje verde hidropónico (FVH)

2.3.2. Definición

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (FAO, 2001). El FVH consiste en la producción especializada de biomasa vegetal a partir del crecimiento inicial de plántulas (Ramírez y Soto 2017).

FAO (2001) citado por Ramírez y Soto (2017) menciona que la producción de FVH es una tecnología de desarrollo de biomasa vegetal obtenida del crecimiento inicial de plántulas en los estados de germinación y crecimiento temprano a partir de semillas, para producir un forraje vivo de alta digestibilidad, calidad nutricional y apto para alimentación de animales. El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional, que se puede producir muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier medio geográfico, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello (FAO, 2001). La producción de FVH es una técnica que permite obtener de una manera rápida, de forma sostenible, un forraje fresco, sano, limpio y de alto valor nutritivo (Cuesta y Machado, 2009).

El FVH es una fuente de aporte de vitaminas, enzimas, coenzimas y aminoácidos libres, además de presentar un alto valor nutritivo, alto valor proteico y una alta digestibilidad que permite una rápida circulación por el tracto digestivo, por ser un forraje tierno y palatable. (Ramírez y Soto 2017).

Esta técnica permite el uso eficiente del agua, el cual se incrementa sustancialmente frente al sistema de producción convencional de forrajes a campo abierto. Según Lomelí (2000) se requiere de 2 a 3 litros de agua para producir un kilo de FVH con 12% a 18% de MS, la producción de 1 kilogramo de MS en 14 días representa un consumo total de 15 a 20 litros de agua, comparando la producción de forraje en campo abierto representaría de 270 a 635 litros por kilogramo de materia seca.

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México

(Lomeli, 2000), con control del volumen de agua a aplicar, luz, nutrientes y CO₂, demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m² (1.89 kg semilla/m.c.) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m²/día).

2.3.3. Ventajas

- a. Ahorro de agua: En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez, 1997; Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, 2000). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 L de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.
- b. Eficiencia en el uso del espacio: El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.
- c. Calidad del forraje: Su alto valor nutritivo (Tabla 4), lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, 1976, citado por Resh, 1982; Chen, 1975; Chen, Wells y Fordham, 1975, citados por Bravo, 1988). En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el FVH (3.200 kcal/kg) (Pérez, 1987).

Tabla 1: Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento

Nutriente o factor	Grano	FVH
Materia seca (%)	91.0	32.0
Cenizas (%)	2.3	2.0
Proteína bruta (%)	8.7	9.0
Proteína verdadera (%)	6.5	5.8
Pared celular (%)	35.7	56.1
Contenido celular (%)	64.3	43.9
Lignina (%)	3.6	7.0
Fibra detergente ácido (%)	17.9	27.9
Hemicelulosa (%)	17.8	28.2

FUENTE: Extraído de Dosal, J. 1987, citado por Ballén, A. 2017. Inocuidad: Representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria (Ballén, 2017).

- d. Costo de producción: Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción.

2.3.4. Desventajas

- a. Desinformación y sobrevaloración de la tecnología: se requiere conocer las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutriente y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO₂.
- b. Costo de instalación elevado: dependerá del tipo de estructura que se emplee, la opción más económica es utilizar estructuras de invernáculos hortícolas comunes, o colocados directamente a piso sobre plástico negro y bajo microtuneles.

2.3.5. Importancia del FVH

El FVH tiene mucha importancia ya que se puede contar con un suministro constante de alimento durante todos los días del año, evitando así alteraciones digestivas, una menor incidencia de enfermedades, un aumento en la fertilidad, cura hacia enfermedades hepáticas, cancerígenas, degenerativas. Es un suplemento alimenticio con propiedades antioxidantes, contiene todas las vitaminas libres y solubles necesarias para la alimentación de los humanos,

se constituye un alimento completo en carbohidratos, proteínas; además, cabe mencionar que su aspecto, sabor, color textura (características organolépticas) le dan una gran palatabilidad al tiempo que aumenta la asimilación de otros alimentos, mejorando el metabolismo. Asimismo, el FVH sirve de suero electrolítico, lo que evita la deshidratación, haciéndolo más productivo.

Durante el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de cambios que le permiten a la plántula en pocos días captar energía luminosa y a través de un proceso de crecimiento acelerado, de esa forma desarrollar su parte radicular y aérea con muy poco contenido de fibra y altos contenidos de aminoácidos en forma libre y que se aprovechan fácilmente por el organismo.

2.4. Sistema de producción

2.4.1. Sistema de riego

- a. Microaspersores: están destinados a suministrar el riego mediante gotas muy finas. Poseen un deflector giratorio, denominado rotor o bailarina, que ayuda a ofrecer un mayor diámetro de cobertura, una menor tasa de precipitación que los difusores, un mayor tamaño de gota, y una mejor distribución del agua (sobre todo en uniformidad de distribución). Por cada tipo de microaspersor existen varios tipos de rotores (bailarinas).

La diferencia principal con la nebulización es que la microaspersión proyecta en agua en forma de chorros diminutos a la planta, en lugar de suministrarla en forma nebulizada, y a su vez disponen de elementos giratorios que distribuyen el agua en la superficie.

Todos los componentes son intercambiables, permitiendo utilizar el diseño más apropiado para cada necesidad.



Figura 1: Tipos de microaspersores

- b. Aplicación: los microaspersores son ideales para riegos de bajo volumen en cultivos hortícolas, fruticultura, flores, invernaderos, viveros, protección contra heladas y riego de jardines. También permiten la aplicación de productos fitosanitarios en la cobertura vegetal de los cultivos. Su uso está muy extendido en invernaderos, sobre todo en hortícolas de hoja (lechuga, espinaca, col).
- c. Partes de la instalación: el sistema de riego por nebulización presenta las siguientes partes:
- Grupo de Bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
 - Filtración: el mayor o menor grado de espesor de filtración de la misma ira relacionado con la calidad del agua, y el tamaño de la boquilla del aspersor.
 - Sistema de abonado.
 - Red de tuberías.
 - Microaspersores: El alcance, el caudal y el tamaño de gota determinaran la elección de uno u otro modelo y la modalidad de la instalación.
- d. Materiales: instalación enterrada con PVC o PE y accesorios necesarios.
- Dependiendo de la modalidad de instalación podemos encontrar los siguientes materiales:
- Instalación de tuberías de PE aérea, junto con el sistema portante, microtubos y sistemas de conexión de los microaspersores. (microaspersión invertida).

- Instalación de tuberías de PE en el suelo, varillas de soporte, microtubos y sistemas de conexión de los microaspersores.

2.4.2. Etapas para la producción de FVH

Este moderno sistema de cultivo es totalmente ecológico, si se considera que necesita agua, calor, luz, y que los abonos y funguicidas nunca son utilizados (Ballén, 2017).

Etapa 1: Selección, desinfección y lavado de semillas, usualmente las especies para uso de FVH suelen ser trigo, avena, cebada, maíz, entre otros cereales, dependiendo de la disponibilidad de la zona. Para eliminar preliminarmente hongos y bacterias se recomienda realizar una desinfección con cloro (hipoclorito de sodio) al 1%, es decir, 10 ml en un litro de agua. Las semillas se sumergen en la solución descrita por un período de 1 a 2 minutos.

Etapa 2: Pre-germinación de semillas, una vez desinfectadas y lavadas las semillas, éstas se deben sumergir en agua limpia por un tiempo de 24 horas, dividido en dos períodos de 12 horas cada uno, considerando una hora de oreado entre las dos etapas. Las semillas, por lo general en la mayoría de las especies forrajeras, tales como gramíneas duran de 2 a 3 días, este proceso se facilita gracias al tratamiento de imbibición que se le da a la semilla en la pre germinación. La germinación inicia desde el momento en que se somete la semilla a imbibición o hidratación. Las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas. Posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares (Salgado, 2011).

Etapa 3: Siembra, seleccionar y pesar entre 300 a 350 gramos de semilla por cada bandeja de 35 cm x 45 cm. Se considera el peso de semilla húmeda pesada inmediatamente después de la etapa de remojo. La siembra se realiza en bandejas plásticas previamente perforadas en uno de los extremos para impedir la acumulación de agua. Las bandejas deben situarse en un lugar con temperatura y ausencia de luz para favorecer la germinación. Se recomienda ubicar las bandejas en estanterías que soporten su peso, permitan su buena aireación, luminosidad, temperatura y mantengan una declinación aproximada de 4° (3 cm) para mejorar el escurrimiento del exceso de riego.

Etapa 4: Riego. El riego puede realizarse en forma automática o en forma manual. Cuando

el riego es automático se requiere una bomba, un tanque de almacenamiento, tubos y mangueras de distribución, ya sea para regar por micro aspersores o con atomizadores por aspersión. Cuando no hay recursos se hará con una manguera o con un balde con hoyos en el fondo. Se hace con una frecuencia de 5 a 8 riegos diarios (Salgado, 2011).

Para esta labor se realizarán riegos permanentes a lo largo de todo el día por medio de un sistema de riego por goteo, para lo cual la dosis adecuada está alrededor de 0.5 L por m². (4 primeros días) hasta llegar a 1 y 1.5 L por m² (Salgado, 2011).

Etapa 5: Cosecha. Una vez que el FVH haya alcanzado una altura aproximada de 15 a 25 cm, está en condiciones de cosecha. Este desarrollo demora entre 9 y 15 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales, el invernadero y la frecuencia de riego. Como resultado obtendremos un gran tapete radicular, ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra (Salgado, 2011).

La producción de forraje verde hidropónico bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla en pasto fresco y una altura de 20 cm., aproximadamente en un período de 7 a 10 días (Vargas, 2014).

2.5. Producción de FVH en el mundo

La información reportada presenta gran variabilidad en aspectos metodológicos, tales como el clima, genotipos usados, densidad de siembra, días de cosecha, el sistema de riego y la nutrición.

2.6. Factores abióticos que influyen en la producción de FVH

Salgado (2011), citado por Larrea (2016) menciona que; los factores más importantes que pueden determinar la viabilidad o fracaso de este tipo de cultivo son:

- Calidad de la semilla: La semilla que se debe utilizar debe encontrarse en óptimas condiciones para garantizar resultados óptimos.
- Iluminación: La cantidad de radiación que deben recibir las plantas en desarrollo es importante, pues interviene en todos los procesos fisiológicos de la misma.

- Temperatura: El rango de temperatura está entre los 18-26 °C, la temperatura óptima es 20 °C, aunque esto depende de la especie utilizada y de sus requerimientos.
- Humedad: la humedad que debe fluctuar dentro de la instalación debe ser del 90%, rangos inferiores o mayores pueden provocar deshidratación o problemas fitosanitarios en el forraje respectivamente.
- Calidad del agua: el agua que se recomienda usar debe poseer características similares a la potabilizada.
- pH: existe un rango que se maneja entre 5.2 a 7 para un excelente desarrollo.
- Conductividad: El rango óptimo de CE está entre 1.5 a 2.0 mS/cm.

2.7. Nutrición en la producción de FVH

- a. Solución madre: Se denomina solución madre o stock a composiciones concentradas de nutrientes las cuales están formuladas por sales minerales que se emplean en un medio particular. Debido al elevado número de compuestos que incluye y a que algunos de ellos se emplean a muy baja concentración, resulta más práctico preparar soluciones madre o "stocks" concentrados. Esto hace más rápida la futura preparación de medios y minimiza los errores, ya que La composición de una solución se debe medir en términos de volumen y masa, por lo tanto; es indispensable conocer la cantidad de soluto disuelto por unidad de volumen o masa de disolvente, es decir su concentración (Mojica, 2012).

Su función principal es: el ahorro de tiempo y adquirir un solo producto que contenga todos los minerales necesarios para el desarrollo de nuestras plantas, evitando sinergismo y antagonismo que puedan ser nocivos para el desarrollo de nuestras plantas (Larrea, 2016).

- b. Fuentes minerales: los minerales esenciales son suministrados como compuestos químicos; unos pueden suministrar más que otros. Por ejemplo: el nitrato de calcio suministra calcio y nitrógeno, y el monofosfato de potasio suministra potasio y fósforo. Todos los macronutrientes pueden ser suministrados a una solución con estos dos químicos más nitrato de potasio y sulfato de magnesio. El truco de producir una solución nutritiva es suministrar estos químicos en proporciones exactas y correctas

para que la planta comience a crecer (Larrea, 2016).

2.8. Instalaciones para la producción de FVH

Invernadero: el invernadero es de tipo multitúnel, con dimensiones de 9.75 m de ancho y 50 m de largo, alturas de 6.0 m al centro del túnel y de 4 m al canalón. El invernadero fue construido en hierro galvanizado, con cubierta de polietileno transparente tricapa de 200 μm de espesor y malla anti áfida (43 x 28) en las paredes laterales. El sistema de ventilación fue pasivo combinado con el funcionamiento automatizado de ventanas cenitales según la velocidad de viento monitoreada con anemómetro.

Durante la producción se monitoreo la temperatura y la humedad relativa de forma continua cada 5 minutos se registraron los promedios horarios. Los promedios globales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%), máxima, mínima y media, fueron 31.5 $^{\circ}\text{C}$; 19.7 $^{\circ}\text{C}$ y 23.5 %; 59.8% y 88%, respectivamente.

2.9. Características del FVH de trigo

Tabla 2: Características del Forraje Verde Hidropónico de trigo

Parámetro	Valor
Digestibilidad (%)	80 – 92
Proteína cruda (%)	13 – 20
Fibra cruda (%)	12 – 25
Grasa (%)	2.8 – 5.37
E.L.N. (%)*	46 – 67
N.D.T. (%)*	65 – 85
Vitamina A (UI/Kg)	25.1
Vitamina C (UI/Kg)	45.1 – 154
Vitamina E (UI/Kg)	26.3
Calcio (%)	0.11
Fosforo (%)	0.30
pH	6.0 – 6.5
Palatabilidad (%)	Excelente
Materia seca (%)	12 - 20

* ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

** NDT: Nutrientes Digestibles

FUENTE: Tomado de Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra (Arano, 1998).

2.10. Wheatgrass o jugo de pasto de trigo hidropónico

El Wheatgrass es energía solar concentrada, brinda una gran vitalidad a los pacientes, dentro de los super alimentos, es un alimento de primera línea (*super food*) por su gran poder desintoxicante, alcalinizante, anticancerígeno, antimicótico.

Como super alimento tiene vitaminas, oligoelementos, 92 de los 102 minerales que se pueden encontrar en la naturaleza; oxigena la sangre, contiene 17 aminoácidos de los cuales 7 están incluidos como principales, en consecuencia, incrementa la fuerza vital.

Se tiene experiencia clínica comprobada en la recuperación de enfermedades como la anemia, debido a que la molécula de la hemoglobina de la sangre es casi idéntica al de la clorofila, por tal razón ayuda a incrementar los glóbulos rojos, también regenera la flora intestinal. Es recomendable consumir una Dosis diaria, que es equivalente a un kilo y medio de verduras crudas y orgánicas.

2.11. Importancia del Wheatgrass (jugo de pasto de trigo germinado)

En 2019, las 10 principales causas de muerte representaron el 55% de los 55,4 millones de muertes en todo el mundo. Las causas de muerte se pueden agrupar en tres categorías: transmisibles (enfermedades infecciosas y parasitarias y condiciones maternas, perinatales y nutricionales), no transmisibles (crónicas) y lesiones (ONU, 2020), las cuales se detallan a continuación:

1. La cardiopatía isquémica.
2. Accidente cerebrovascular.
3. Enfermedad pulmonar obstructiva.
4. Infecciones del sistema respiratorio inferior.
5. Afecciones neonatales (nacimiento, asfixia, trauma al nacer, parto prematuro).
6. Cánceres de tráquea y bronquios Enfermedad de Alzheimer y otras.
7. Enfermedades diarreicas Diabetes mellitus.
8. Enfermedades renales.
9. Diabetes mellitus.
10. Enfermedades renales.

2.12. Proceso administrativo y financiero

a. La administración de operaciones

Caiza (2015) define a la administración de operaciones como “la acción mediante el cual los recursos fluyen dentro de un sistema definido, combinado y transformado de una manera controlada para añadirles valor en concordancia con los objetivos de organización”.

En general, La administración de operaciones es el área de la administración de empresas dedicada tanto a la investigación como a la ejecución de todas aquellas acciones tendientes a generar el mayor valor agregado mediante la planificación, organización, dirección y control en la distribución tanto de bienes como de servicios, destinado todo ello a aumentar la calidad, productividad, mejorar la satisfacción de los clientes, y disminuir los costes.

b. Funciones de la administración de operaciones

Para crear bienes o servicios, toda organización desarrolla tres funciones que son los ingredientes necesarios no sólo para la producción sino para la supervivencia de la organización. Para Heizer y Render (2014) dichas funciones son:

- Marketing, que genera la demanda o, por lo menos, toma el pedido de un producto o servicio (nada ocurre hasta que hay una venta).
- Producción/operaciones, que crea el producto.
- Finanzas/contabilidad, que hace un seguimiento de cómo funciona, paga facturas y recauda dinero una organización.

c. Descripción de las actividades básicas dentro de la administración de operaciones

- Procesos: es el diseño del sistema de producción material. Donde se toma una decisión del tipo de tecnología que se utilizará, la distribución de las instalaciones, analizan el proceso, equilibrio de las líneas, control de desarrollo y análisis de transporte (Farfán y Mejía, 2015).
- Capacidad: es la determinación de niveles óptimos de producción de la organización ni demasiado ni pocos; las decisiones específicas abarcan pronósticos, planificación de instalaciones, planificación acumulada, programación, (proyección) de capacidad y análisis de corridas (Farfán y Mejía,

2015).

- Inventario: es la administración de niveles de materias primas, trabajo en proceso y productos terminados. Las actividades específicas incluyen ordenar, cuándo y cuánto clasificar y el manejo de materiales (Farfán y Mejía, 2015).
- Fuerza de trabajo: es la administración de empleados especializados, semi-especializados, oficinistas y administrativos. Las actividades a desempeñar se pueden resumir en diseñar puestos, medición del trabajo, capacitación a los trabajadores, normas laborales y técnicas de motivación (Caiza, 2015).
- Calidad: es la parte encargada de garantizar el linaje de los productos y servicios que ofrece. Las actividades a desempeñar dentro de estas funciones son controlar la importancia, muestras, pruebas, certificados de calidad y control de costos (Caiza, 2015).

d. Principales áreas de actividad en la función de administración de operaciones

Para Heizer y Render (2014), las principales áreas de actividad dentro de la administración de operaciones son las siguientes:

- Diseño de bienes y servicios: el diseño de bienes y servicios define gran parte del proceso de transformación. Las decisiones de costos, calidad y recursos humanos suelen determinarse por las decisiones de diseño. Los diseños usualmente definen los límites inferiores del costo y los límites superiores de la calidad.
- Calidad: deben determinarse las expectativas del cliente sobre la calidad y establecerse las políticas y procedimientos para identificar y alcanzar esa calidad.
- Diseño de procesos y capacidad: existen diferentes opciones de procesos para productos y servicios. Las decisiones de proceso comprometen a la administración con tecnología, calidad, uso de recursos humanos y mantenimiento específicos. Estos gastos y compromisos de capital determinarán gran parte de la estructura básica de costos de la empresa.
- Selección de localización: las decisiones de ubicación para las organizaciones tanto de manufactura como de servicios pueden determinar el éxito final de la empresa. Los errores en esta coyuntura pueden minimizar otras eficiencias.
- Diseño de distribución de planta: flujos de material, necesidades de capacidad, niveles de personal, decisiones de tecnología y requerimientos de inventario influyen en la distribución de planta.

- Recursos humanos y diseño del trabajo: las personas representan una parte integral y costosa del diseño total del sistema. Por lo tanto, deben determinarse la calidad de la vida laboral proporcionada, el talento y las destrezas requeridas y sus costos.
- Administración de la cadena de suministro: estas decisiones definen qué debe hacerse y qué debe comprarse. Asimismo; se consideran calidad, entrega e innovación, todas por un precio satisfactorio. Es necesaria la confianza mutua entre comprador y proveedor para lograr la compra efectiva.
- Inventario: las decisiones de inventario sólo pueden optimizarse cuando se toman en cuenta satisfacción del cliente, proveedores, programas de producción y planeación de recursos humanos.
- Programación: deben desarrollarse programas de producción factible y eficiente, asimismo, deben determinarse y controlarse las demandas de recursos humanos e instalaciones.
- Mantenimiento: estas decisiones deben tomarse respecto a los niveles deseados de confiabilidad y estabilidad, y deben establecerse los sistemas necesarios para mantener esa confiabilidad y estabilidad.

e. Recursos utilizados dentro de la administración de operaciones

- Persona: es la mano de obra y los conocimientos.
- Medios: son los materiales e insumos.
- Plantas: son los edificios, instalaciones, máquinas.
- Planificación: sistema de planificación de la producción y recursos necesarios, la información para la toma de decisiones y el control de las operaciones.
- Proceso: las distintas fases del sistema productivo de la empresa u organización.

f. Diagrama de operaciones

Heizer y Render (2009), manifiestan que un sistema de producción está compuesto por diversos factores, tal como se muestra en la Figura 2.

- Definición: un diagrama de operaciones es una representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones que forman parte de un proceso. En este diagrama no se representan ni las manipulaciones, ni los transportes, ni los almacenamientos (Bernal, 2006).
- Objetivos: los objetivos de este tipo de diagrama son los siguientes (Heizer y

Render, 2009):

- Proporcionar una imagen clara y concisa de la continuidad de los hechos del proceso.
 - Realizar los estudios necesarios de las fases del proceso de manera sistemática.
 - Mejorar los lugares disponibles y el buen manejo de los materiales a utilizar, con el propósito de minimizar las demoras, estudiar las operaciones y comprobar las técnicas que evitan el tiempo que no sea productivo.
 - Realizar un estudio de las operaciones y las inspecciones que se relacionen entre sí, dentro del mismo proceso.
- Simbología: para poder realizar un diagrama de operaciones, es fundamental la utilización de ciertos símbolos, entre ellos se encuentran (Heizer y Render, 2009).
 - Operación: se utiliza cuando requiere de una modificación intencional con respecto a las características químicas o físicas de un objeto. Del mismo modo, cuando se produce una operación si el operario transmite o recibe una determinada información. Esto sucede cuando el objeto requiere de una modificación en las características que comprende, si se está planeando, creando o agregando algo o en caso de que se esté preparando para otra operación, inspección, transporte o almacenaje.
 - Inspección: esta se realiza al examinarse un objeto para ser identificado, verificar su cantidad o la calidad de cualquiera de sus características. Esto ocurre si el objeto se debe examinar y de esa forma comprobar la calidad que comprende.
 - Actividad combinada: se utiliza cuando se quieren mostrar actividades conjuntas en el mismo punto de trabajo y por el mismo operario, los símbolos que se emplean en estas actividades se pueden realizar con el círculo que se encuentra en el cuadro de forma combinada.

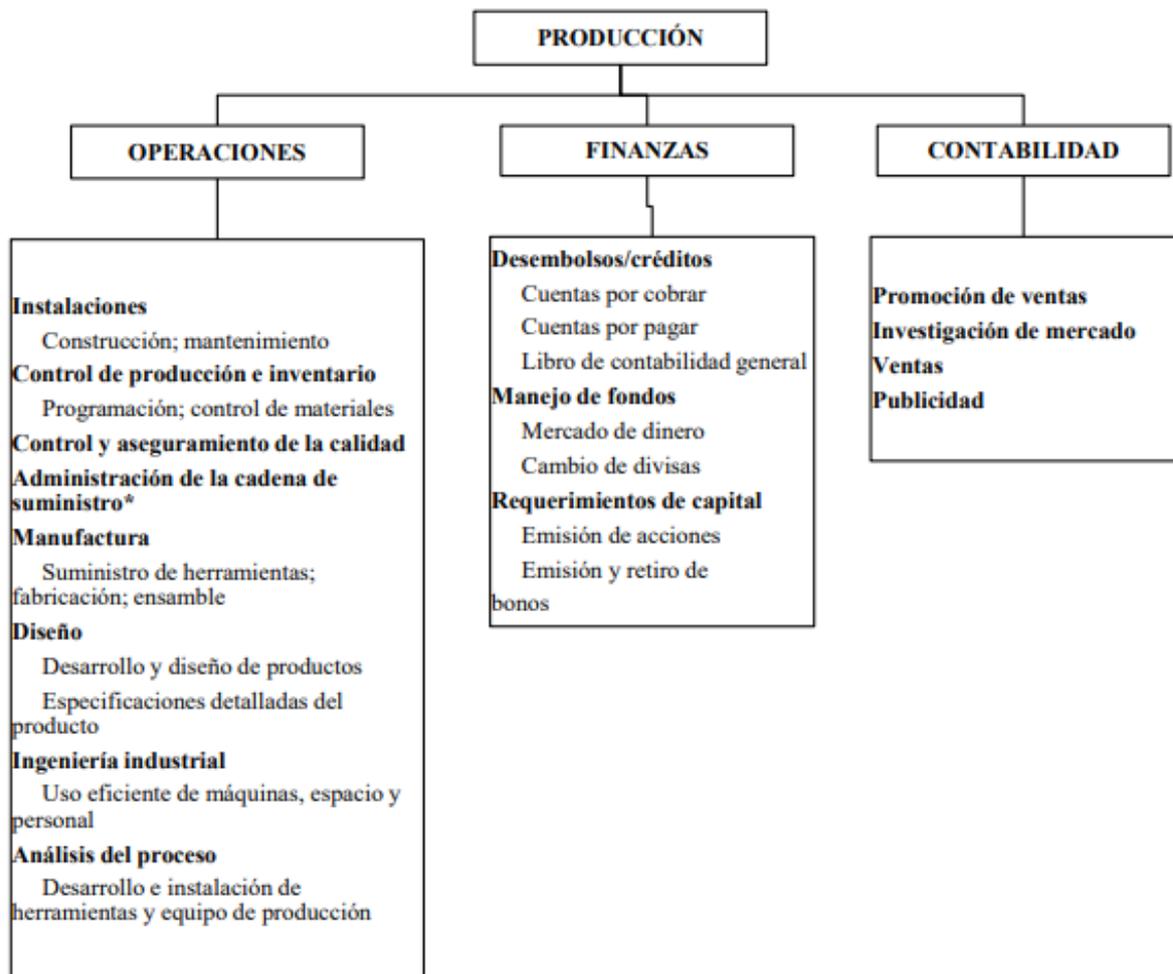


Figura 2: Diagrama de organización dentro del sistema de administración de operaciones

FUENTE: Principios de administración de operaciones (Heiser y Render, 2014)

Heiser y Render (2014), mencionan en la Tabla 3 los aspectos que se deben tener en consideración para la toma de decisiones dentro de la administración de operaciones, con el objetivo de optimizar la funcionalidad de las áreas dentro de una empresa.

Tabla 3: Aspectos dentro de la toma de decisiones dentro de la administración de operaciones

Área	Aspectos
Diseño de servicio y producto	¿Qué bien o servicio debemos ofrecer? ¿Como debemos diseñar estos productos?
Administración de la calidad	¿Quién es responsable de la calidad? ¿Cómo definimos la calidad?
Diseño del proceso y la capacidad	¿Qué procesos y capacidad requerirán estos productos? ¿Dónde debemos ubicar las instalaciones?
Localización	¿En qué criterio debemos basar nuestra decisión de localización? ¿Cómo debemos arreglar nuestras instalaciones?
Diseño de la distribución	¿Qué tan grande debe ser la instalación para cumplir con nuestro plan? ¿Cómo proporcionaremos un entorno de trabajo razonable?
Recursos humanos y de diseño del trabajo	¿Cuánto debemos esperar que produzcan nuestros empleados?
Administración de la cadena de suministros	¿Debemos hacer o comprar este componente? ¿Quiénes son nuestros proveedores y quienes pueden integrarse a nuestro programa de comercio electrónico?
Inventario, planeación de requerimientos de material y JIT (justo a tiempo)	¿Cuánto inventario debemos tener de cada artículo? ¿Cuándo debemos reordenar?
Programación a mediano y cortos plazos	¿Estaremos mejor si mantenemos a la gente en la nómina durante periodos de baja actividad? ¿Qué trabajo debemos realizar después?
Mantenimiento	¿Quién es el responsable de mantenimiento? ¿Cuándo debemos realizar el mantenimiento?

FUENTE: Principios básicos de administración de operaciones (Heiser y Render, 2014)

g. Rentabilidad

García (2004), menciona que la rentabilidad nos permite conocer en qué medida los costos establecidos permiten a la empresa conseguir un beneficio, mantener la prosperidad de su producción, o, en caso contrario inducirla a organizarse de modo diferente, para asegurar su supervivencia, o, a su expansión. El estudio de la rentabilidad es el índice que permite tomar decisiones finales para solucionar las ventas o la producción. En cualquier empresa que su actividad sea producción, comercialización e industrialización, etc.; de productos que produce, compra lo necesario para comparar de una parte el beneficio neto y de otra los capitales utilizados, lo que se conseguirá por la ratio de rentabilidad con la finalidad de obtener que proporción de utilidades le corresponde a cada rol de capital aprobado. La rentabilidad

de cualquier producción con fines de lucro se mide por medio de un índice, llamado índice de Rentabilidad de Capital y si existen ganancias sirven para remunerar a todos los capitales puestos a su disposición sean propios o ajenos.

h. Costos

Bravo (2002), afirma que los costos se definen como la medición en dinero de los desembolsos para adquirir o producir un bien o un servicio; relacionándolos siempre a los elementos o recursos que intervienen en su constitución. Estos valores son la suma de los valores debidamente, identificados, los cuales son analizados y concentrados acumulativamente.

- Costo directo: son aquellos que pueden ser cargados directa y específicamente a una actividad. De acuerdo a este costo, los costos directos de una empresa ganadera, incluirán los costos de alimentación, mano de obra, sanidad puede ser de interés del capital circulante, etc. Se llama también como costos de operación (Cotacallapa, 2000).

Son aquellos que pueden imputarse a determinada producción sin necesidad de recurrir a distribuciones o prorrateos arbitrarios debido a que sus componentes se identifican y están plenamente ligados a la unidad de producción. Forman parte de estos los materiales directos y la mano de obra directa (García, 2004).

- Costos indirectos o generales. son los costos considerados aparte por encima de los costos de operación, tales como: interés de capital fijo invertido, depreciación, seguros, gastos administrativos y otros servicios. Estos costos son los más difíciles de medir que los costos directos, por lo que son dejados muchas veces o calculado inadecuadamente (Cotacallapa, 2000).

Son aquellos que no pueden ser atribuidos en forma directa a la unidad de producción o que no conviene hacerlo por el grado de dificultad que representan al momento de distribuirse o identificarse. Forman parte de los costos indirectos, los gastos de fábrica en general, tales como aceites y lubricantes usados en el mantenimiento de máquinas, haberes del personal de limpieza, trabajos de supervisión y suministros (García, 2004).

- Costos unitarios: los costos unitarios derivan de los costos totales y requieren la misma información, facilitando la interpretación más clara del comportamiento de los precios y de la producción. Las curvas de los costos unitarios se utilizan con

mayor frecuencia para la determinación de precios y producción óptima que las curvas de costo total (Bravo, 2002).

- Costos fijos: costo fijo es aquel que no varía con el volumen de la producción y comprende todos los gastos permanentes o que permanecen constantes a través del periodo que se analiza. Es decir, no son función de producción, por otra parte, hay que incurrir en ellas, aunque no haya producción. En el corto plazo algunos costos son fijos y otros variables. Sin embargo, en el largo plazo todos son variables (Cotacallapa, 2000).
- Costos variables: son los gastos que varían con los cambios en la producción a mayor producto mayor costo. Es decir, son función del producto o cantidad producida. Solo se incurre en ellos cuando la producción se lleva a cabo (Cotacallapa, 2000).
- Costo marginal: se define a la variación en el costo total resultante de un cambio unitario en el volumen de producción. Por lo tanto, el costo marginal no depende en manera alguna de los costos fijos (Bravo, 2002).

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1. La empresa

a. Descripción de la empresa

- Razón social : MAMAQURA S.A.C.
- R.U.C. : 20600834381
- Tipo de sociedad : Sociedad Anónima Cerrada
- Domicilio fiscal : Av. Morales, Bernabe Mza. I Lote. 9
Urb. San Antonio de Huampani Lurigancho - Lima – Lima.

FUENTE: SUNAT (2021).

b. Reseña histórica

MAMAQURA S.A.C. es una empresa agroindustrial familiar, fundada el 28 de abril del 2016, compuesta por cuatro socios, se puso en funcionamiento sus labores agronómicas en el mes de mayo. Inició con la producción de forraje verde hidropónica, destinado para venta como forraje para el consumo de animales menores, luego de revisar artículos científicos que demostraban la ganancia de peso en ganado vacuno principalmente, además de sus propiedades medicinales en tratamientos de Mastitis, mayor rendimiento de leche, ganancia de masa muscular a partir del consumo de forraje verde hidropónico (FVH) de trigo, los socios decidieron emprender una segunda etapa que consistía en realizar pruebas para obtener la clorofila líquida a partir de FVH de trigo para consumo humano, posteriormente en el mes de setiembre empezó con la producción de Wheatgrass o jugo de forraje verde hidropónico de trigo en pequeña escala.

c. Organización

Para el funcionamiento de la producción de Wheatgrass a partir de forraje verde hidropónico se ha definido una organización funcional basada en el flujo de procesos, que quedó conformada tal como se detalla en el siguiente diagrama: Organigrama jerárquico de gestión de administración de la empresa MAMAQURA.

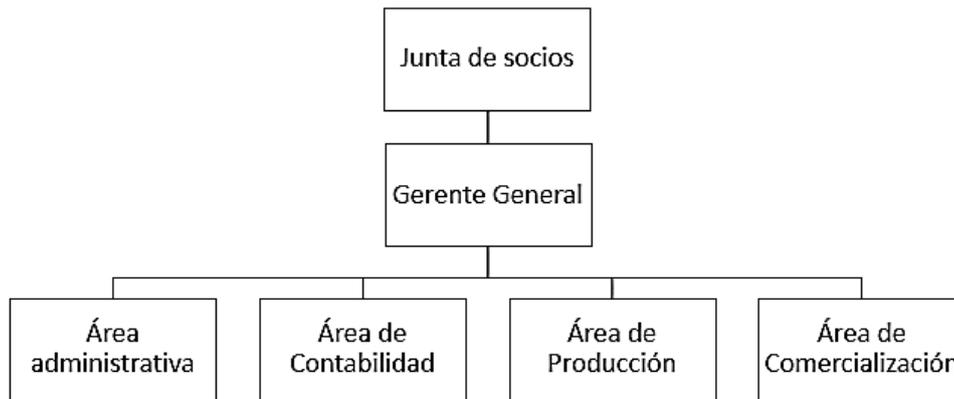


Figura 3: Organigrama de la empresa MAMAQURA S.A.C.

Funciones

- Junta de socios: Aprobar proyectos y planes propuestos por la sociedad, cumpliendo sus atribuciones conferidas en el estatuto.
- Gerente general: Representar jurídica y económica a la asociación, cumpliendo las funciones y atribuciones establecidas en el estatuto de la personería jurídica.

Además, el Gerente general, Bach. José Sebastian Torres Alayo desde el 23 de noviembre del 2015 (fecha de inscripción en la SUNAT) cumple las funciones de las siguientes áreas:

- Área administrativa: su función principal es gestionar y desarrollar el uso adecuado y óptimo de los recursos que posee la empresa a través de los procesos administrativos de planificación, organización, dirección y control, con la finalidad de incrementar la rentabilidad de la actividad empresarial de la empresa.
- Área de contabilidad: el gestor económico financiero tiene las siguientes funciones:
 - Llevar correctamente la contabilidad financiera y analítica de la empresa.
 - Presentación de informes económicos mensuales oportunos y fiscalizar y gestión de los recursos.
 - Las responsabilidades con la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), tales como la declaración de tributos mensuales; Registro de Compras y Registro de Ventas es asumido por un contador externo.
- Área de Producción: esta área está representada por personales de campo y planta

cuyas funciones son:

- Encargado de la supervisión diario del proceso de producción de forraje verde hidropónico.
 - Controlar e inspeccionar las herramientas e insumos en el proceso de producción.
 - Trabajar en estrecha relación con la Gerencia general, el articulador comercial y el gestor económico financiero.
 - Dinamizar las diferentes etapas del proceso de producción.
 - Planificar el sistema óptimo de producción en función al requerimiento del mercado.
 - Planificar, coordinar y ejecutar el manejo integrado de plagas y enfermedades durante el ciclo productivo del forraje verde hidropónico.
 - Administración de inventarios y reporte permanente y periódico de la existencia valorada en el centro de producción y planta.
- Área de Comercialización: el gestor en articulación comercial, cumple las siguientes funciones:
 - Planifica y ejecuta el estudio de mercado local y nacional.
 - Promociona e intercambia conocimientos a los socios para dirigir la negociación en la comercialización de Wheatgrass.
 - Identificación de los contactos comerciales y la venta del producto, en el mercado local (Lima).
 - Implementa y mantiene actualizado el registro de clientes.
 - Coordinar con el responsable de producción la producción mensual y anual en función al requerimiento del mercado.
 - Desarrolla visitas permanentes a los clientes con la finalidad de absolver sugerencias, quejas y pedidos.
 - Elabora el plan de marketing.
 - Planifica y desarrolla programas de publicidad y promoción.
 - Elabora y propone programas y políticas de venta.
 - Administra las cuentas por cobrar y lleva actualizado los registros de ventas (información que es transferida al contador externo).

d. Giro de negocio

Industrialización y comercialización de Wheatgrass o jugo de forraje verde hidropónico.

- Actividad económica principal: elaboración de productos alimenticios - Wheatgrass a partir de forraje verde hidropónico.

e. Productos

- Wheatgrass congelado, jugo de forraje verde hidropónico envasado en recipiente con certificación alimentaria, presentación de 1 onza. Con fecha de vencimiento de 1 año.
- Wheatgrass pulverizado (en proceso de estandarización de procesos).

f. Clientes

- Diversas tiendas orgánicas ubicadas en la provincia de Lima, tales como: Punto Orgánico, Red de Tiendas Flora y Fauna y Red de Tiendas Ticatani.
- Farmacéuticas
- Clínicas

g. Proveedores

- Semilla: la semilla de trigo se acopia de trigo en diversos lugares de la Sierra como Jumbilla, Orcotuna y también producen la semilla en convenio con asociaciones del Valle del Mantaro, para asegurar la calidad de la semilla.
- Bandejas: Pamolsa S.A.C.
- Sistema de desinfección (ozono y dióxido de cloro): Inka Ozono y Whater Solucion.
- Maquinarias: innovación en la fabricación de la Estrujadora, modificación en la Congeladora y Pulverizadora.

h. Nivel tecnológico: es considerado como “Nivel tecnológico alto”, debido a que se emplea tecnología de sistema de riego tecnificado por nebulización, se cuenta con estructuras de cobertores, diseño personalizado de la bandeja de producción de forraje verde hidropónico, industrialización en planta (estrujado, envasado, congelado) y

sistema de deshidratación mixta.

3.2. Identificación de puntos críticos

La hidroponía se basa en la producción de plantas en soluciones nutritivas líquidas en lugar de utilizar el suelo como sustrato. La empresa MAMAQURA ha centrado su aplicación en la producción de forraje verde hidropónico de trigo, orientado hacia la producción de alimento para consumo humano generando un producto altamente nutritivo, rico en enzimas y vitaminas que se pueden desarrollar a escalas industriales que aumentarían el rendimiento por área.

3.2.1. Sistema de producción de forraje verde hidropónico de trigo

La tecnología de FVH, se lleva a cabo en un cobertor, la producción de biomasa vegetal es obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas, en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de granos viables, que pasaron por la etapa de pregerminado.

a. Mala calidad de semillas

Al inicio la empresa MAMAQURA compraba semillas del Mercado de Productores de Santa Anita y La Parada, encontrar proveedores de semilla de trigo de calidad y volumen fue muy complicado, por lo que la empresa MAMAQURA S.A.C. decidió producir su propia semilla en la zona de Huayucachi, Junín. Por las condiciones agroclimáticas, cerrando el punto crítico de contar con semillas con las condiciones idóneas para el cultivo.

Las semillas de trigo provienen de lotes limpios de impurezas, de plantas que estuvieron libres de plagas y enfermedades. Se usa semilla entera, seca y con un porcentaje superior a 85% de poder germinativo.

b. Uso de fertilizantes convencionales

La Empresa MAMAQURA S.A.C. al emprender este negocio, se enfocó en obtener certificaciones orgánicas que validen un producto limpio y orgánico, en tal sentido, se hizo un convenio con la empresa INKA OZONO y después con la empresa WATER SOLUTIONS SAC, para probar la tecnología del Ozono en cultivos hidropónicos,

resultado de ello; se concluyó que el Ozono es un método eficiente, ecoamigable para productores que quieran acceder a esta tecnología. Durante todo el proceso de producción en las dos etapas: producción de FVH y Wheatgrass, se emplean insumos orgánicos:

- Semilla de trigo orgánico.
- Agua esterilizada con Ozono (O₃).
- Lavado y desinfección de semillas con Dióxido de cloro.
- Lavado de las hojas del pasto de trigo con Dióxido de cloro.
- Desinfección de los ambientes de la planta de procesamiento de Ozono.

c. Deficiente proceso de lavado y desinfección

Las semillas son lavadas y desinfectadas con el objeto de eliminar el polvo que contienen ya que en ellas se encuentran millones de microorganismos. Se realiza con el objeto de eliminar los microorganismos de la putrefacción y esporas de hongos, para evitar problemas durante el proceso de germinación y producción. Para realizar la desinfección se sumerge las semillas en una solución de agua con Dióxido de cloro al 1%, y se realiza triple lavado.

d. Ausencia de tratamientos pre germinativos

Las semillas son puestas en remojo por 4 días en varias etapas, con el objeto de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de ablandar la cutícula que recubre el grano y facilitar la salida de la raíz. Terminado el proceso de remojo, las semillas son enjuagadas con agua y puestas en las bandejas que presentan orificios en la parte inferior, que permite el drenaje del agua, son cubiertas, para evitar una pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no son regadas y permanecerán por espacio de 1 día, hasta la aparición del “Punto de Brote” en la semilla. Se evita posibles daños al momento de realizar la siembra en las bandejas. Este tiempo se sub divide en 2 períodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas se procede a sacarlas y orearlas (escurrirlas) durante una hora. Acto seguido, se sumergen nuevamente por 12 horas para finalmente realizar el último oreado. Mediante este fácil proceso se inducen la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión. La pre germinación asegura un crecimiento inicial vigoroso del FVH, dado que sobre las bandejas de cultivo

estaremos utilizando semillas que ya han brotado y por lo tanto su posterior etapa de crecimiento estará más estimulada. El cambiar el agua cada 12 horas facilita y ayuda a una mejor oxigenación de las semillas. Las 24 horas de estar en remojo se quita el agua y se pone en reposo.

e. Desuniformidad en la germinación y emergencia de plantines de trigo

Debido a que el mercado Limeño oferta bandejas convencionales, y no se encuentra con un proveedor especializado en la venta de bandejas para producción de forraje hidropónico, se tenía problemas de drenaje, ocasionando desuniformidad en la germinación y la emergencia de los plantines de trigo, demora en el tiempo de producción y creación de microambientes favorables para el desarrollo de hongos.

Esta etapa se inicia con la siembra de las semillas en las bandejas, a una densidad de 5 a 8 Kg de semilla por metro cuadrado de bandeja, es decir una altura de cama de semillas de 1 cm a 2.5 cm. Luego las bandejas son colocadas en 25 estanterías, y son regadas con agua esterilizada de tres a cuatro veces al día, el riego es a través de nebulizadores. Además, las estanterías de germinación son cubiertas con mantas plásticas para evitar la pérdida de humedad y resequedad de las semillas que se encuentran en la parte superior y no germinen. En este período se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (70 a 85 %) y temperatura (18 a 25 °C). Esta etapa dura de cuatro a seis días. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 80% para evitar pérdidas en los rendimientos de FVH.

f. Uso de un sistema de riego inadecuado.

Al inicio se instalaron aspersores que tenían distribución cónica, el problema principal en el riego se basaba al manejo del caudal por cada punto de riego, además el humedecimiento era mayor en el perímetro de la bandeja y menor en la parte central. Por tal motivo se realizó el cambio de aspersores a microaspersores (nebulizadores), se realizó la instalación de presostatos y boquillas de microaspersores que permitieron la mejor distribución.

g. Inadecuado momento de cosecha

La cosecha debe realizarse cuando el grano germinado alcance una altura promedio de 22 cm, en ese momento se obtiene un pasto de alta calidad. Al principio no se lograba uniformidad en el desarrollo, por lo que se tenía plantas muy pequeñas y plantas que sobrepasaban los 22 cm. La edad de cosecha adecuada del cultivo puede estar entre 18 a 22 días de acuerdo al cuadro de entrega de pedidos de Wheatgrass. Las investigaciones de Wheatgrass hablan de una Campana de Gauss donde el pico es la máxima cantidad de enzimas, micronutrientes, fitonutrientes, en donde el forraje se encuentra en su máximo desarrollo, para realizar la cosecha se saca un promedio, cuando este en el rango de 18 a 22 cm.

h. Manejo ambiental inadecuado que favorece la presencia de hongos

Las empresas y asociaciones productoras de FVH priorizan la obtención de forraje completamente limpio, libres de hongos. En Lima la HR es alta, superior a los 90%, en donde las condiciones hacen que sea inevitable lidiar con los hongos, este era un problema fundamental debido a que el forraje que produce la empresa MAMAQURA es destinado para consumo humano.

i. Uso de bandejas inadecuadas

En los inicios se usaba bandejas del mercado Limeño, los cuales eran taladrados, y cortados. Durante cuatro años se han realizado pruebas con cortes en diferente distribución en las bandejas.

3.2.2. Proceso de elaboración de un Superfood Wheatgrass

El Wheatgrass es consumido sobre todo en los países desarrollados, en la salud; en fibromialgia, cáncer, obesidad mórbida. La calidad del producto está asegurada, el producto funciona, cura, desintoxica, alcaliniza, 1 onza equivale a 1.2 a 1.8 kg de verduras orgánicas frescas.

a. Maquinaria inadecuada para el proceso de extracción

El proceso del Wheatgrass tiene dos etapas, la producción del insumo primario que es la hoja, en la zona de los cobertores, luego esta es cortada, lavada, desinfectada y

oreada. Llega a la planta procesadora para ser estrujada en máquinas especializadas. Las estrujadoras comerciales no cumplían a cabalidad su función para la obtención de jugo de FVH, se obtenía mucha merma.

b. Sistema de congelado inadecuado al momento de almacenar la producción

El jugo de FVH pasaba inmediatamente a unos congeladores que llegaban a $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ y demoraban 30 minutos para llegar al punto de congelamiento. Debido a ello el producto presentaba oxidación en las partes internas, las cuales eran desechadas, puesto que no cumplían con el estándar de calidad para salir al mercado. El Wheatgrass debe ser lo más idéntico posible al jugo de pasto recién cosechado.

c. Uso de envase inadecuado para congelados

Al ser un alimento envasado, es obligatorio el empleo de envases certificados para uso alimentario.

d. Sistema de transporte de congelado inadecuado

La caja contiene 30 Onzas de Wheatgrass, 30 envases de una onza, que son distribuidas a las mejores tiendas orgánicas de Lima, como “Punto Orgánico”, la Red de tiendas Flora y Fauna, la Red de tiendas TICATANI. Para que se mantenga la temperatura se debe contar con coulers de gran capacidad y vehículos que integren un sistema de refrigeración, que al principio no se contaba.

3.3. Solución de los puntos críticos identificados

Producir forraje verde hidropónica parece sencillo, y si nos remitimos a manuales de la FAO, UNALM, o instituciones de otros países, la tecnología no es aplicable en el país. Prueba de ellos son las instalaciones de producción de FVH abandonadas a lo largo de la Costa y Sierra del Perú, debido a la diversidad de microclimas generados por cada piso altitudinal.

Debido a que hemos imitado los diseños y especificaciones tecnológicas en la producción de FVH, que funciona en otros países con variables climatológicas diferentes a las nuestras, la empresa tuvo problemas durante los dos primeros años en la obtención de FVH de calidad, en consecuencia; bajo rendimiento destinado para el procesamiento del Wheatgrass. En

Lima se tiene una HR de 90% y que en algunos meses llega al 98%.



Figura 4: Flujograma de procesos de producción de forraje verde hidropónico destinado para venta

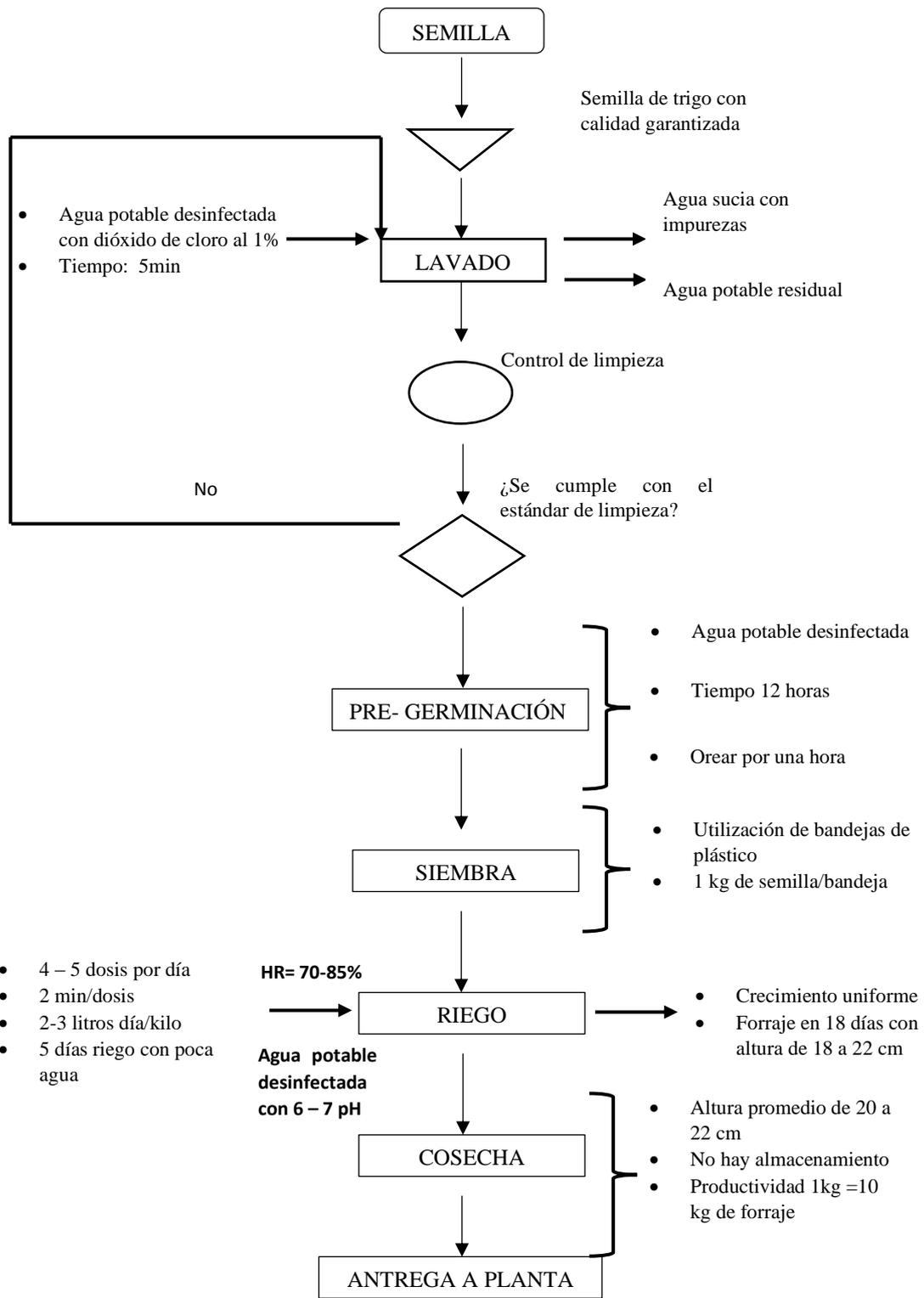


Figura 5: Diagrama de flujo de proceso para la producción del paquete tecnológico, forraje verde hidropónico destinado Wheatgrass

3.3.1. Innovación de procesos para la obtención de Wheatgrass

a. Implementación de módulos para obtener FVH de calidad garantizada

Los primeros módulos de producción de FVH sufrieron diferentes modificaciones, se puede evidenciar en las diferentes cortes, soldaduras de los parantes, se ha cambiado constantemente para definir el ángulo de inclinación exacto para un correcto drenaje del agua en las bandejas, el espacio de crecimiento del pasto, la aireación, ventilación, la altura de los nebulizadores, también se probaron diferentes tipos de nebulizadores, la presión de los nebulizadores, todo ese conjunto de modificaciones se ha llevado en los primeros años, hasta lograr un sistema eficiente. El segundo módulo, fue más consolidado, se cambió los parantes de fierros por aluminio, el cual tiene menor peso, es fácil de trasladar y levantar, y soporta estructuralmente la cantidad de peso que alcanzan las bandejas de FVH hasta la cosecha, cada bandeja se puede producir 7 kilos de biomasa.

Al tercer módulo se le modificó el ancho, debido a que se cuenta con la bandeja que fue diseñada por MAMAQURA, la cual tiene rompecaudales, y distanciamiento entre las aperturas adecuadas para el drenaje del agua y una distribución uniforme. Funciona de forma excelente y el modelo que se masificará para el incremento de la producción de FVH.



Figura 6: Primer módulo de producción de FVH



Figura 7: Segundo módulo de producción de FVH



Figura 8: Tercer módulo de producción de FVH

b. Implementación de un sistema de lavado y desinfección

La semilla pasa por un tratamiento de pregerminación en pozas, que dura 4 días aproximadamente en donde se activa a las semillas, en las pozas se lavan, desinfectan y pregerminan las semillas. La desinfección consiste en matar el inoculo primario de cualquier espora de algún hongo con la técnica de ozonificación, con la empresa Inka ozono. MAMAQURA es una de las primeras empresas en emplear ozono en el país para desinfección en la producción de FVH, actualmente también se trabaja con la empresa Watter Solucion, el uso de ozono evita el uso de fungicidas, no se usa ningún producto químico, es amigable con el medio ambiente, mata por contacto por oxidación a los patógenos y se desintegra en el aire a los 25 minutos.

c. Implementación de producción y acopio de semillas de trigo.

En un inicio se realizaba la compra de semilla de la “Parada” o el “Mercado de Productores de Santa Anita”, como resultado la semilla se podría, no tenían buen poder germinativo (menor de 80%), y las plantas no tenían vigor durante su desarrollo. Por tal razón se inició el trabajo directo con los productores, la estrategia de asociatividad con agricultores nos garantizó la calidad de la semilla (madurez fisiológica, tamaño y peso).

d. Implementación de un sistema de control en la etapa de pregerminación y germinación

Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno y temperatura apropiada, en la etapa de pregerminación y germinación podemos diferenciar cuatro fases importantes que son: absorción del agua, movilización de nutrientes, crecimiento y diferenciación.

Tabla 4: Mejora en los estándares de calidad en la etapa de germinación para la producción de FVH

Etapa de germinación	Antes	Después	Diferencia
% Germinación	80 %	90 %	10 %
Uniformidad de crecimiento (%)	60	99	39
Tiempo a la cosecha (dds*)	30	18	12

*(días después de la siembra)

e. Implementación de un diseño propio de bandejas hidropónicas

El FVH es producido en el fundo Huampani, en un esfuerzo de sacar un buen forraje, en la actualidad se cuenta con un diseño de “bandeja hidropónica de producción a medida”, las bandejas fueron sometidas a innumerables modificaciones, las cuales se realizaron de forma artesanal, con cortes empleando taladros y/o amoladoras, herramientas que no eran las adecuados para trabajar con FVH. De acuerdo a nuestra experiencia, se contaba con el detalle de las especificaciones técnica de las bandejas para cubrir las principales necesidades en la producción de FVH, tales como: hídricas, de temperatura, capacidad, ventilación, altura de la base y peso, a partir de esa información se empezó a construir una matriz para la producción a escala de las

bandejas, las cuales llevan el logo de Wheatgrass Perú, la matriz de la bandeja fue diseñada por los dos socios de MAMAQURA, la cual tiene desfogue de agua, tiene rompe caudales, y tiene la altura necesaria para producir Wheatgrass, MAMAQURA se ha especializado tanto que ha diseñado una bandeja perfecta para condiciones de la Costa peruana para producir pasto de trigo.



(a)

(b)



(c)

Figura 9: Modificaciones de la bandeja

Nota. (a) Bandeja con cortes artesanales, (b) bandeja con cortes horizontales, (c) bandeja con diseño propio

f. Implementación de un sistema de riego por microaspersión

El sistema de riego es completamente automatizado, es un sistema inteligente, en

donde se cuenta con un tablero de control de riego, el cual está conectado a los sensores de humedad y temperatura, que mandan información al sensor Rain Bird, y automáticamente el cultivo es regado de acuerdo a la necesidad hídrica. Se cuenta con sensores que indican la HR y la humedad en el bulbo húmedo de nuestra siembra, que mandan señales a nuestro sistema para que el riego sea el óptimo.



Figura 10: Tablero de control de riego con sensores



Figura 11: Sensor Rain Bird

Se instaló un sistema de riego por microaspersión. El FVH requiere suministro de gotas muy finas, el deflector giratorio permite un mayor diámetro de cobertura, distribución uniforme del agua que abarca el ancho de las bandejas al 100%. En la etapa de germinación el sistema de riego permite un óptimo crecimiento, la nebulización proyecta agua en forma de chorros diminutos hacia las hojas de las plantas de trigo.

El sistema de conexión de los microaspersores se encuentra instalado en un sistema portante, sobre una tubería superficial de PVC aérea de 35 mm de diámetro, su

montaje es a presión, lo que permite que sea intercambiable, si se encuentra dañado o con presencia de sales.

El sistema de riego está compuesto por las siguientes partes:

- Grupo de bombeo: suministra y regula la presión y el caudal a la instalación en su totalidad.
- Filtración: regula el caudal y la calidad del agua que se suministra a las plantas.
- Sistema de abonado
- Red de tuberías: distribuye el agua a nivel de los pisos en los anaqueles y en cada cada batería de producción.
- Tablero de control: programa los horarios de riego, mediante el Timer o temporizador.
- Microaspersores: El alcance, el caudal y el tamaño de gota determinaran la elección de uno u otro modelo y la modalidad de la instalación.

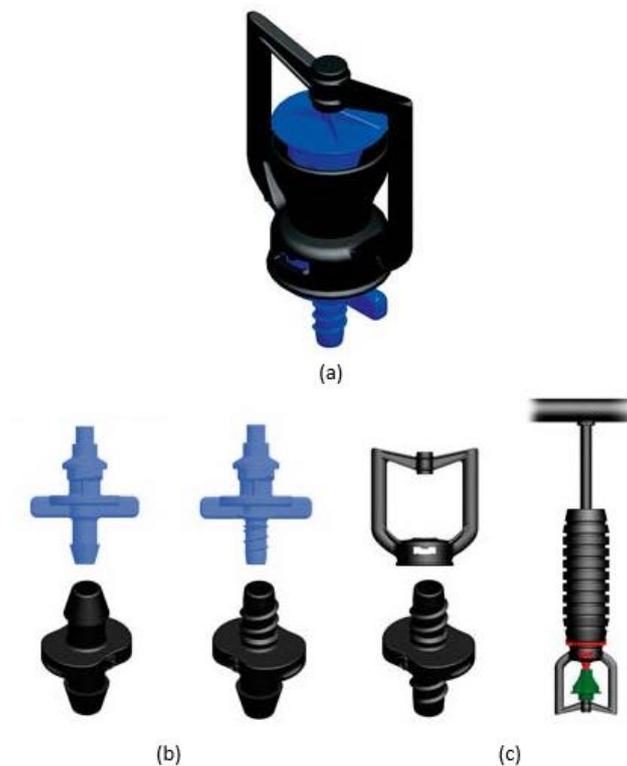


Figura 12: Partes de un punto de riego

Nota. (a) Microaspersor; (b) Boquillas y conexiones; (c) Bailarina invertida (verde)

- g. Implementación de un sistema de control de la materia prima para el Wheatgrass. Se ha explicado el proceso desde la obtención de la materia prima (semilla de trigo), la obtención de materiales y equipos, la instalación de estantes en el cobertor, desinfección, sistema de riego y obtención de maquinarias. Pero es necesario detallar el proceso de post cosecha del FVH para ser empleado como materia prima en la industrialización del Wheatgrass. En la cosecha se realiza el corte de las hojas del FVH, luego son lavadas, siguiendo protocolos de hortalizas de hoja, usando Dioxido de Cloro y ozono, al terminar este proceso, son trasportadas a la planta de industrialización de Wheatgrass, para ser estrujadas (sacar el jugo de las hojas).



Figura 13: FVH de alta calidad

- h. Implementación en el envase

Los envases que se utilizan son translucidos y vienen con certificado alimentario, se envasa siguiendo un protocolo con todas las normas alimentarias, que se seguido a cabalidad por nuestro personal. El envase contiene clorofila, el contenido es completamente verde (100% verde), eso indica que no ha sufrido oxidación y se evidencia porque el contenido de un envase no tiene coloración verde oscuro por ningún lado. Tanto la técnica de envasado como el de congelación se ha logrado tras dos años de ajustes en la técnica, habiéndose perfeccionado hasta obtener un producto A1.



Figura 14: Envases de Wheatgrass

i. Implementación de maquinarias en el procesamiento del Wheatgrass

Actualmente se cuenta con las siguientes maquinarias:

- Estrujadora
- Congeladoras
- Refrigeradoras
- Pulverizadora

Todas las maquinarias han sufrido modificaciones, pero la que tuvo un rediseño fue la estrujadora de 5Hp, desde su fabricación en acero inoxidable alimentario, las modificaciones fueron realizadas por técnicos del Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) con el objetivo de que se cubran las necesidades reales, no existe ese modelo de maquina en el mercado, es resultado de método de mejora continua y de “ensayo – error”. Se realizó un segundo y tercer prototipo de esta máquina semi industrial, el tercer prototipo está diseñado para trabajar las 24 horas, con la finalidad de cubrir los días de mayor demanda, esta máquina tiene como función estrujar el pasto, el pasto llega se estruja y se envasa, para ser congeladas inmediatamente y poder ser entregados a los clientes.

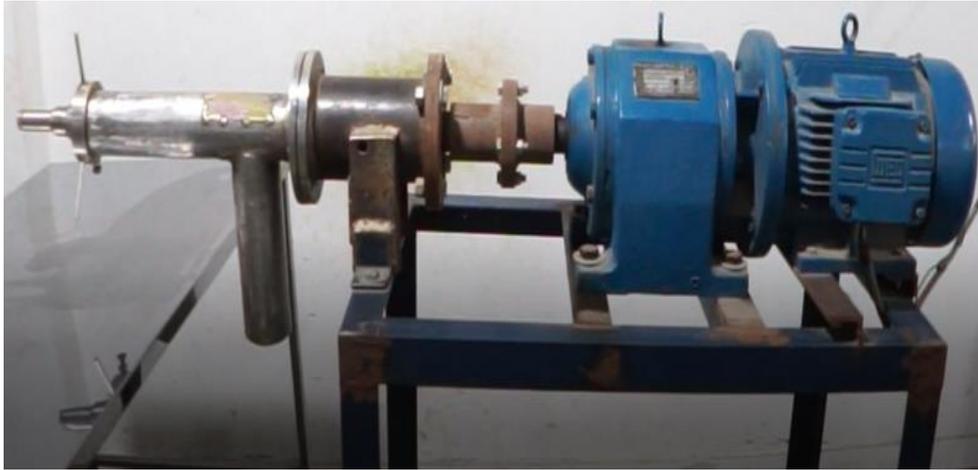


Figura 15: Estrujadora (primer prototipo)

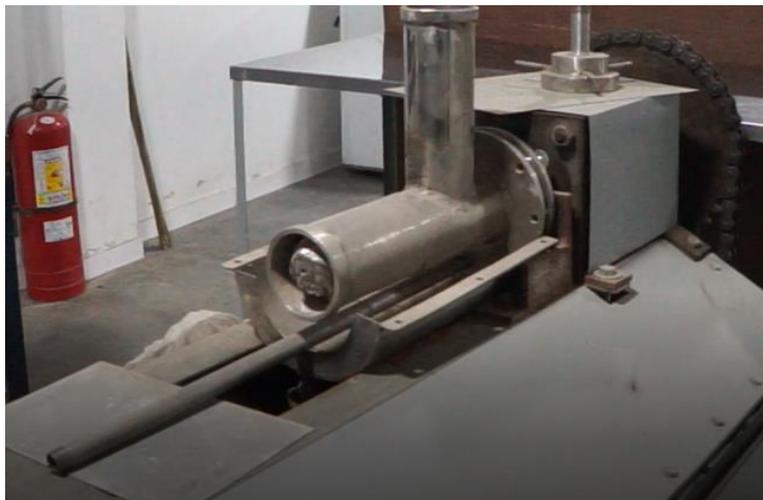


Figura 16: Estrujadora (segundo prototipo)

e. Implementación en el proceso de congelado

Para el congelamiento hay escalas industriales, home “de casa”, y escalas alimentarias, las congeladoras convencionales fueron modificados artesanalmente convirtiéndolas en ultracongeladoras las cuales llegan a la temperatura de $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, emulando una marmita, de tal manera que cuando el jugo sale, se congela lo más rápido posible, eso hace que nuestro jugo de pasto de trigo sea lo más parecido al jugo de pasto recién cosechado y que haya 0% de oxidación en el producto final.



Figura 17: Proceso de congelado de Wheatgrass

f. Innovación en producción de Wheatgrass gelatinizado

Para ampliar la producción, se tienen construidos 6 módulos de FVH, el cual permitirá iniciar con el procesamiento de Wheatgrass gelatinizado, de tal forma que se pueda surtir con el Wheatgrass congelado.

El producto gelatinizado es 100% puro, 0% de harinas o maltodextrinas, a diferencia de otras empresas que venden productos pulverizados.

Se viene realizando los últimos ajustes para la producción de Wheatgrass gelatinizado, para ello se cuenta con un ambiente denominado “Cuarto de Deshidratación Mixta (funciona con gas y electricidad)”, con sistema de deshidratado lento; mientras las deshidratadores convencionales demoran de 2 a 4 horas en deshidratar un alimento, esta deshidratadora lo deshidrata en 24 horas, demora más porque; la deshidratación es muy lenta, para que los nutrientes sean afectados en el mínimo grado posible, crea bolsones de agua y los sensores hacen que se extraiga esos bolsones de agua. Luego del proceso de deshidratación (12 o 8 % de Humedad), pasa a la maquina micropulverizadora de martillo, que está integrada por 24 martillos de acero inoxidable, para lograr un polvo super fino, denominado “gelatinizado”. Una vez deshidratado nos da un polvo tan fino que bajo el concepto alimentario recibe el nombre de “gelatinizado”, porque rápido se solubiliza.

3.4. Implementación de marketing

El éxito de nuestro producto, se debe principalmente a que es un producto efectivo para mejorar la salud de las personas, tiene tanta demanda porque la gente que lo consume ve resultado en su cuerpo: baja de peso, mejora la digestión y el metabolismo, incrementa la energía, la piel es más tenue, el cabello adquiere dureza y brillo. Responde adecuadamente a la frase “somos lo que comemos”. Si la persona cambia a una dieta alcalina y suplementa con nuestro producto va a ver un montón de resultados favorables en su cuerpo y consecuentemente en su salud. En el mundo las empresas que producen Wheatgrass auspician a deportistas de élite, es empleado en Clínicas de medicina alternativa y complementaria. En el Perú la mayor demanda se tuvo durante la realización de los “Juegos Panamericanos”, en donde los clientes fueron deportistas de otros países.

El éxito en los negocios y la satisfacción continua del cliente y de otros grupos de interés están íntimamente relacionados con la adopción y la implementación de normas elevadas de conducta comercial y de marketing. Bajo este concepto la empresa MAMAQURA S.A.C. desarrolla su accionar, practicando un marketing ético y socialmente responsable y ecoamigable.

a. Estrategia de producto

Brindamos pleno respeto por el público en la promoción y la publicidad, sin anuncios falsos o engaños. Se crea valor adicional del producto básico con un empaque degradable, envase transparente que permite visualizar la totalidad del producto de calidad, inocuidad en todo el proceso y sanidad plenamente garantizadas.

b. Estrategia de precio

El precio del producto es establecido como consecuencia del análisis de costos.

c. Estrategia de Plaza

La venta y distribución del Wheatgrass, se realiza a través de venta indirecta y directa, debido a que los consumidores se concentran en diferentes mercados. Acuerdos vinculantes con Clínicas, Farmaceuticas y Tiendas de productos naturales

a tratos de exclusividad con los canales de comercialización de acuerdo con los contratos establecidos.

d. Estrategia de Promociones

Se trabajó en un inicio con impulsadoras concentradas quienes tenían como objetivo comunicarse con pacientes y público que se contactaba con la empresa, de esa forma coordinar horarios que sean atractivos para la entrega. Además, su labor es trabajar con los socios estratégicos del canal para inducirlos a que impulsen las ventas.

La promoción de nuestro producto se realizar por medio de cartas, proformas y convenio con instituciones públicas y privadas.

También se tuvo la participación en medios radiales y televisivos expositivas realizadas por invitación directa como una forma de lograr promocionar nuestro producto.

IV. CONCLUSIONES

- Se logró describir la implementación del sistema de producción de FVH de trigo con estándares de calidad bajo condiciones de Lima, determinando procedimientos que contribuyeron a la obtención de un producto de alta calidad como materia prima para la elaboración del Superfood Mundial Wheatgrass. La producción de FVH tiene como ventaja principal el uso racional del agua potable como la optimización del espacio para la producción. El nivel de aceptación de los ciudadanos de Lima al consumo del Wheatgrass fue alto desde el primer día de prueba: por lo que hace que este paquete tecnológico sea atractivo y busque solucionar el problema de un alimento balanceado y de calidad nutricional para el consumo humano. La dosis de consumo diario es de una cápsula por día, los clientes (clínicas, consultorios y población en general) se encuentran satisfechos con la presentación del producto y el sistema de administración directa. Además, el 100% de los clientes entienden y conocen las ventajas del Wheatgrass en la dieta diaria.
- El proceso de producción de FVH se inicia con la desinfección de semillas de trigo, se emplea ozono y dióxido de cloro, en la etapa de germinación es necesario que no exista residuos de agua en las bandejas debido a que las semillas no germinarán de forma uniforme. En la empresa MAMAQURA, no se emplean soluciones nutritivas, en el riego sólo se utiliza agua ozonificada, y se realiza 4 veces al día, por un minuto, el forraje no debe sobrepasar los 22 días en las bandejas debido a que pierde palatabilidad para su uso en la elaboración del Wheatgrass. Se evidencia claramente la mejora continua que se ha tenido para estandarizar nuestros procesos hasta la obtención de nuestro producto, los mayores logros fueron; mejorar los módulos de producción de FVH y el diseño propio de las bandejas, complementados con disponer de un sistema automatizado de riego, tipo de nebulizador, producción de la semilla de trigo, desinfección mediante el empleo de ozono y dióxido de cloro, todo ello permite que el Wheatgrass sea un producto 100% orgánico.

- Se logró implementar un sistema de producción para industrializar el FVH obteniéndose un Superfood Mundial denominado Wheatgrass. El proceso de elaboración del Wheatgrass se inicia con la recepción de las hojas del FVH lavadas y secas, las cuales pasan al proceso de estrujado, envasado en los contenedores transparentes con certificación alimentaria y de 1 onza de capacidad, congelado a -40 °C, empacado en las bolsas de film, sellado hermético y llenado en las cajas que tienen una capacidad de 30 unidades. La distribución se realiza empleando coolers que mantienen la temperatura de congelación. Los principales clientes son las tiendas orgánicas.

V. RECOMENDACIONES

- El uso de la hidroponía, permite realizar cultivo limpio, por lo que se recomienda a las empresas agrícolas, emplear insumos orgánicos en la producción de alimentos, priorizando el cuidado del medio ambiente y la salud del consumidor final.
- Se recomienda a las empresas que implementen nuevas tecnologías en producción agrícola o industrialización de productos agrícolas, realizando innovaciones acordes a la zona de producción, capacidad de producción y demanda de mercado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvites, C.; Berru, N.; Peña, M. (2019). Sistema de administración de operaciones para la producción del forraje verde hidropónico como dieta principal alimentaria del ganado en general del Centro Poblado Almirante Grau – Cura Mori”. [tesis de grado, Universidad Nacional de Paraguay]. Repositorio Institucional UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2165/IAI-ALV-BER-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amaguaña, B.; Franco, M, (2012). Evaluación de los forrajes hidropónicos de cebada (*Hordeum vulgare*) y trigo (*Triticum vulgare* L.) en condiciones de fertilización orgánica y mineral en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). [tesis de grado, Universidad de Nariño, Colombia].
- Arano, C. (1998). Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra. Buenos Aires, Argentina.
- Ballén, A. (2017). Estudio de factibilidad para la elaboración de un plan de Negocio relacionado a la producción de forraje verde Hidropónico como suplemento alimenticio de ganado lechero. [tesis de grado, Universidad de América, Bogotá].
- Bernal, C.A. (2006). Metodología de la investigación: para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Bravo, M. (2002). Los costos en síntesis. Editorial San Marcos, Lima, Perú. pp. 154 -156.
- Caiza, R. (2015). Concepto de la administración de operaciones. Cuenca: Universidad Politecnica
- Castellanos, C. (10 de diciembre de 2012). Agronomía para todos. Recuperado de <http://www.agronomiaparatodos.org/2012/12/ventajas-y-desventajasdelsistema-hidroponico.html>
- Carhuapoma, O.; Curi, G.; Chavez, E.; Contreras, J. (2014). Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) usando efluente de piscigranja de truchas. Revista complutense de Ciencias Veterinarias 8 (2), (pp. 18-28).

- Cerrillo S.; Juárez, R.; Rivera, A.; Guerrero, C.; Ramírez, L.; Bernal, B. (2012). Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. *Iterciencia* 37(12) (pp. 903-913).
- Contreras, J.; Tunque, M.; Cordero, A. (2015). Rendimiento hidropónico de la arveja con cebada y trigo en la producción de germinados. *Rev. Invest. Vet. Perú.* vol. 26 n.1 Lima ene. 2015. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10910>
- Cotacallapa, F. (2000). Gestión empresarial básica con aplicación en microempresa. Editorial Universitaria, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Condori, M.; Cabrera, E. (2016). Efecto de los hidrocultivos y tiempos de cosecha en la composición química y producción de cebada (*Hordium vulgare*), trigo (*Triticum aestivum* L.) y avena (*Avena sativa* L.) [tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Cuesta, T.; Machado, R. (2009). Producción y evaluación de la calidad nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) a base de maíz (*Zea mays*) como alternativa para la alimentación de pollos de engorde en la Estación Ambiental Tutunendo, Chocó, Colombia. *Biotecnia* 6(2):127-134.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2001). Manual Técnico. Forraje verde hidropónico. Primera parte. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (pp. 67- 68).
- Farfán, C.; Mejía, N. (2015). Propuesta de mejora de la administración de las operaciones de la empresa comercializadora de equipos Panamericana de Seguridad Industrial para aumentar la productividad en mediano plazo. (Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil). Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11341/1/TESIS%20FARFAN-%20MEJIA%20%202016%20mayo%20%285%29.pdf>
- García, N. (2004). Los ratios en el análisis financiero. Editorial Colmena. Buenos Aires, Argentina. 82 p.
- Heizer, J.; Render, B. (2009). Principios de Administración de operaciones. Séptima edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2009. 752 p.
- Heizer, J.; Render, B. (2014). Principios de Administración de operaciones. Novena edición. Editorial PEARSON EDUCACIÓN, México, 2014. 762 p.
- INFOBAE. (2017). Superfoods: 10 alimentos con densidad nutricional que potencian la salud. Publicado en diario digital el 20 de julio de 2017. <https://www.infobae.com/tendencias/nutriglam/2017/07/28/superfoods-10->

alimentos-con-densidad-nutricional-que-potencian-la-salud/

- Larrea, R. (2016). Evaluación de tres soluciones hidropónicas comerciales en la producción de dos asociaciones de forraje verde hidropónico (FVH) como alternativa de transferencia de tecnología, Latacunga. [tesis de grado, Universidad Tecnológica de Cajamarca]. Repositorio Institucional UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5447>
- Lomeli, H.M. (2000). Forraje verde hidropónico. El forraje del futuro...Hoy. *Agrocultura* 63:15-18.
- Maldonado, R.; Álvarez, M.; Acevedo, C.; Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19 (02) (pp. 211-223).
- Mamani, L. (2019). Ganancia de peso vivo y merito económico en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) suplementado con forraje hidropónico (*Hordeum vulgare*). [tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP.http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14368/Mamani_Ha%C3%B1ari_Luis_Reynaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mojica, A. (2012). Biotecnología. Recuperado de <http://annymojica.blogspot.com/2012/02/215-preparacion-y-manejodesoluciones.html>
- Moro, M. (2005). Evaluación del ácido sobre cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en invernadero bajo condiciones de hidroponía. [tesis de grado, Instituto Tecnológico de Sonora]. Repositorio Institucional ITSON. http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/139_marco_mora.pdf
- Morales, D.; Jimenez, A.; Burnei, J.; Capa, E. (2020). Producción de forraje de avena y trigo bajo sistema hidropónico y convencional. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 336. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1386.
- Munguía, G. (2012). Mexicana, Asociación Hidropónica. <http://hidroponia.org.mx/cultivohidroponico/ventajasde-la-hidroponia/>
- ONU. (2020). Las diez principales causas de muerte en el mundo, una lista que varía entre países ricos y pobres. <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485362>
- Pérez, N. (1987). Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de hidroponía en una crianza artificial de terneros. Universidad de Concepción. Chile.
- Ramírez, C.; Soto, F. (2017). Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje

- verde hidropónico de maíz. Agron. Costarricense vol. 41 n.2 San Pedro de Montes de Oca Jul/Dec. 2017. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31301>
- Rojas, M. (2009). Evaluación de los parámetros de producción y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de avena y trigo producidos de manera artesanal en el Zoológico de Buin, Chile. [tesis de grado, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia].
- Salgado, J. (2011). Producción intensiva para FVH. Recuperado de Hydroenvironment <http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/>
- Sánchez, A. (2002). Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. Boletín informativo de la Red de hidroponía. Lima – Perú. N 7.
- SUNAT. (2021). Consulta RUC. <https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/jcrS00Alias>
- Valiente, O.L.; Álvarez, R.A.; Corrales, M.P. (2016). Evaluación del rendimiento, composición bromatológica y digestibilidad in vitro del forraje verde hidropónico de trigo (*Triticum spp.*) cosechado a los 8 y 10 días. Comped Cienc. Vet. 06(02), 42 – 46.
- Vargas, E. (2014). Evaluación técnico-económica de tres sistemas de alimentación en el crecimiento de cuyes de granjas comerciales. (Tesis para optar el título de Maestro Magíster Scientiae, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima. Perú.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Evidencias fotográficas



Figura 18: Semilla de trigo



Figura 19: Bandeja de producción (cara frontal)



Figura 20: Bandeja de producción (cara posterior)



Figura 21: Pozas de pregerminación



Figura 22: Zona de producción



Figura 23: Módulo con bandejas artesanales de producción



Figura 24: Microaspersores de riego



Figura 25: Bandejas de producción con distribución de 50°



Figura 26: Sistema de control de riego automatizado



Figura 27: Producción de forraje verde hidropónico



Figura 28: Evaluación sanitaria del FVH



Figura 29: Forraje verde hidropónico libre de impurezas



Figura 30: Cosecha de un Lote de FVH



Figura 31: Selección de bandejas para procesamiento de Wheatgrass



Figura 32: Envasado de Wheatgrass



Figura 33: Sellado de Wheatgrass



Figura 34: Unidad de producción



Figura 35: Empaque interno



Figura 36: Presentación final del Wheatgrass

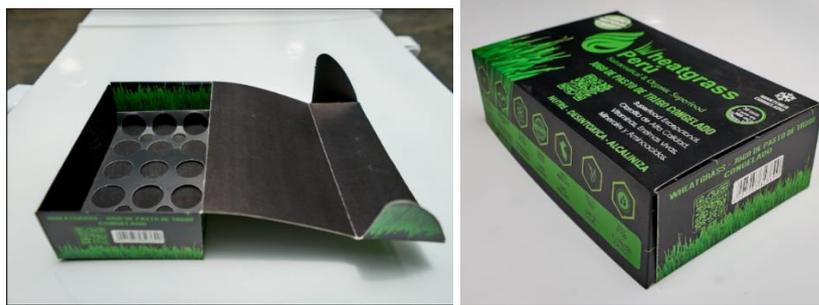


Figura 37: Empaque externo



Figura 38: Cara frontal del empaque



Figura 39: Cara posterior del empaque (vencimiento de 1 año)



Figura 40: Proveedor de envases con certificación alimentaria



Figura 41: Envases de Wheatgrass



Figura 42: Sellador



Figura 43: Congeladoras



Figura 44: Planta de producción de Wheatgrass



Figura 45: Extractor de Wheatgrass



Figura 46: Zona de refrigeración



Figura 47: Mesas de aluminio



Figura 48: Pulverizador de FVH



Figura 49: Almacén



Figura 50: Marca patentada



www.wheatgrassperu.com

Figura 51: Desarrollo de una página web