

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**MEJORA EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE PALTA HASS (*Persea americana*
“*hass*”) MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN
BIODIGESTOR EN EL FUNDO
HUACHACMARÁN**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Gianella Rosario Mendoza Huamani

Código 20140820

Yanella Nelly Ochoa Candiotti

Código 20142088

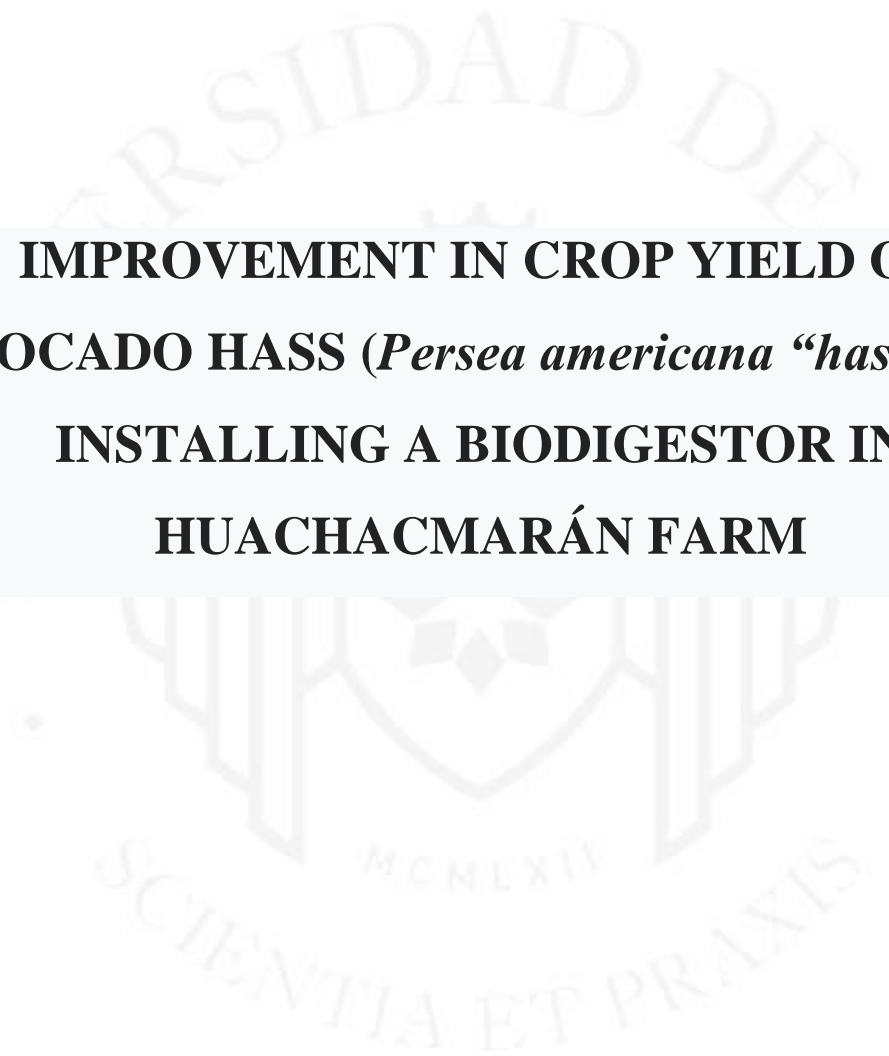
Asesor

Abel Antonio Martin Reaño Vera

Lima – Perú

Julio de 2021





**IMPROVEMENT IN CROP YIELD OF
AVOCADO HASS (*Persea americana* “hass”) BY
INSTALLING A BIODIGESTOR IN
HUACHACMARÁN FARM**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN -----	xiv
----------------------	------------

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN 1

1.1	Antecedentes de la empresa-----	1
1.1.1	Breve descripción de la empresa y reseña histórica-----	1
1.1.2	Descripción de los productos o servicios ofrecidos-----	2
1.1.3	Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio-----	3
1.1.4	Estrategia general de la empresa-----	4
1.1.5	Descripción de la problemática actual-----	5
1.2	Objetivos de la investigación-----	6
1.2.1	Objetivo general-----	6
1.2.2	Objetivos específicos-----	6
1.3	Alcance y limitaciones de la investigación-----	6
1.4	Justificación de la investigación-----	7
1.4.1	Justificación Técnica-----	7
1.4.2	Justificación Económica-----	7
1.4.3	Justificación Social-----	8
1.5	Hipótesis de la investigación-----	8
1.6	Marco referencial de la investigación-----	8
1.7	Marco conceptual-----	11

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO ----- 15

2.1	Análisis Externo de la Empresa-----	15
2.1.1	Análisis del entorno global-----	15
2.1.2	Análisis del entorno competitivo-----	19
2.1.3	Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno-----	22
2.2	Análisis Interno de la Empresa-----	25

2.2.1	Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales -----	25
2.2.2	Análisis de la estructura organizacional -----	25
2.2.3	Identificación y descripción general de los procesos claves -----	26
2.2.4	Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave - línea base (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)-----	30
2.2.5	Determinación de posibles oportunidades de mejora -----	32
2.2.6	Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa. -----	33
2.2.7	Selección del sistema o proceso a mejorar -----	34
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO. -----		36
3.1	Análisis del sistema o proceso objeto de estudio -----	36
3.1.1	Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio -----	36
3.1.2	Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso---	37
3.2	Determinación de las causas raíz de los problemas hallados -----	38
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN ---		42
4.1	Planteamiento de alternativas de solución-----	42
4.2	Elección de alternativas de solución-----	42
4.2.1	Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas -----	42
4.2.2	Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución -----	45
4.2.3	Priorización de soluciones seleccionadas-----	46
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES 47		
5.1	Ingeniería de la solución -----	47
5.1.1	Definición de soluciones-----	47
5.1.2	Integración de soluciones-----	48
5.1.3	Desarrollo de la solución -----	48
5.2	Plan de implementación de la solución -----	82
5.2.1	Objetivos y metas -----	82
5.2.2	Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución:	

5.2.3	Actividades y cronograma de implementación de la solución-----	85
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA E IMPACTO DE LA SOLUCIÓN-----		87
6.1	Evaluación cuantitativa de la solución -----	87
6.2	Estimación de los resultados de la implementación -----	89
6.3	Análisis económico de la propuesta -----	90
6.4	Determinación de los escenarios para la solución propuesta -----	99
6.5	Análisis de sensibilidad y riesgo -----	104
6.6	Impacto de la solución propuesta -----	110
6.6.1	Impacto Social -----	110
6.6.2	Impacto Ambiental-----	112
CONCLUSIONES-----		114
RECOMENDACIONES -----		116
REFERENCIAS -----		118
BIBLIOGRAFÍA -----		127
ANEXOS -----		129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Oportunidades y amenazas de la crianza y comercialización de cuy-----	22
Tabla 2.2	Oportunidades y amenazas del cultivo y comercialización de palta-----	23
Tabla 2.3	Oportunidades y amenazas de la producción y comercialización de compost 23	
Tabla 2.4	Matriz evaluación de factores externos (EFE)-----	24
Tabla 2.5	Rendimiento por hectárea-----	31
Tabla 2.6	Tasa de mortalidad-----	31
Tabla 2.7	Porcentaje de compost producido sobre compost requerido-----	32
Tabla 2.8	Fortalezas y debilidades del cultivo y comercialización de palta-----	33
Tabla 2.9	Fortalezas y debilidades de la crianza y comercialización de cuy-----	33
Tabla 2.10	Fortalezas y debilidades de la producción y comercialización de compost	34
Tabla 2.11	Factores-----	34
Tabla 2.12	Matriz de enfrentamiento-----	34
Tabla 2.13	Criterios-----	35
Tabla 2.14	Selección de alternativas (Ranking de factores)-----	35
Tabla 2.15	Niveles de calificación-----	35
Tabla 3.1	Promedio de paltas por planta-----	37
Tabla 3.2	Promedio en kg de paltas malogradas por planta-----	37
Tabla 3.3	Promedio de paltos enfermos por hectárea-----	38
Tabla 4.1	Alternativas de solución-----	42
Tabla 4.2	Reducción de costos aproximado (\$)-----	43
Tabla 4.3	Inversión (\$)-----	43
Tabla 4.4	Tiempo de implementación (días)-----	43
Tabla 4.5	Mejora tecnológica en la actividad-----	43
Tabla 4.6	Reducción del impacto ambiental negativo-----	43
Tabla 4.7	Matriz de enfrentamiento según los criterios-----	44
Tabla 4.8	Tabla de alternativas de soluciones-----	45
Tabla 4.9	Soluciones seleccionadas-----	46

Tabla 5.1	Evaluación de ventajas de riego por goteo y aspersión -----	50
Tabla 5.2	Evaluación de desventajas del riego por goteo y aspersión -----	50
Tabla 5.3	Temperatura de trabajo por región -----	57
Tabla 5.4	Tiempo de retención (digestión) según temperatura de trabajo -----	57
Tabla 5.5	Cuadro comparativo de biodigestor “tubular” frente al “chino” -----	59
Tabla 5.6	Proporción biol - agua -----	60
Tabla 5.7	Cantidad de aplicaciones recomendadas de biol -----	61
Tabla 5.8	Proporción biol - agua -----	61
Tabla 5.9	Aplicación de biol anual -----	62
Tabla 5.10	Materiales para preparar el compostaje -----	63
Tabla 5.11	Nutrientes presentes en el biosol -----	65
Tabla 5.12	Contenido de nutrientes del biol -----	67
Tabla 5.13	Interpretación correcta de análisis del suelo -----	68
Tabla 5.14	Análisis del suelo del fundo vs valor óptimo -----	69
Tabla 5.15	Requerimiento actual de compostaje -----	70
Tabla 5.16	Nuevo requerimiento de compostaje -----	70
Tabla 5.17	Plan de requerimiento de nutrientes propuesto -----	71
Tabla 5.18	Distribución porcentual de nutrientes -----	72
Tabla 5.19	Requerimiento de trichoderma -----	75
Tabla 5.20	Nivel de abundancia de acuerdo a la cantidad de individuos de araña roja presentes en una hoja -----	77
Tabla 5.21	Ventajas y desventajas de pozas y jaulas -----	80
Tabla 5.22	Objetivos y metas -----	82
Tabla 5.23	Cotización construcción de biodigestor chino -----	84
Tabla 5.24	Cotización de sistema de riego por goteo -----	85
Tabla 5.25	Cotización de instalación de jaulas para cuyes -----	85
Tabla 5.26	Cronograma de implementación de un biodigestor chino -----	86
Tabla 5.27	Cronograma de construcción de un sistema riego por goteo -----	86
Tabla 5.28	Cronograma para la construcción de jaulas de 5 niveles -----	86
Tabla 6.1	Rentabilidad sobre ventas -----	87
Tabla 6.2	Indicadores de los beneficios económicos de la solución -----	89

Tabla 6.3	Indicadores con la implementación del proyecto -----	90
Tabla 6.4	Cálculo de la cantidad de fertilizante químico a utilizar-----	91
Tabla 6.5	Ahorro de costos en la compra de fertilizantes -----	92
Tabla 6.6	Nuevo plan de compostaje-----	93
Tabla 6.7	Ahorro en costos en la compra de compost -----	94
Tabla 6.8	Requerimiento de Trichoderma Viridae -----	94
Tabla 6.9	Requerimiento de fungicida químico fosetilo-aluminio -----	95
Tabla 6.10	Ahorro de costos relacionados a combatir hongos -----	95
Tabla 6.11	Inversión inicial para el control de plagas -----	96
Tabla 6.12	Costo anual para control de plagas-----	96
Tabla 6.13	Ahorro en costos relacionado al uso de plaguicidas -----	96
Tabla 6.14	Aumento de ingresos de la venta de palta Hass -----	97
Tabla 6.15	Beneficios de la implementación (S/) -----	97
Tabla 6.16	Proyección de los beneficios durante 5 años (S/) -----	98
Tabla 6.17	Flujo de caja (S/) -----	98
Tabla 6.18	Evaluación económica -----	98
Tabla 6.19	Incremento de las ventas: escenario pesimista-----	99
Tabla 6.20	Beneficio del proyecto con escenario pesimista-----	99
Tabla 6.21	Flujo de caja escenario pesimista (S/)-----	100
Tabla 6.22	Evaluación económica escenario pesimista -----	100
Tabla 6.23	Incremento de las ventas: escenario esperado -----	101
Tabla 6.24	Beneficios del proyecto escenario esperado -----	101
Tabla 6.25	Flujo de caja escenario esperado (S/)-----	102
Tabla 6.26	Evaluación económica escenario esperado -----	102
Tabla 6.27	Incremento de las ventas: escenario optimista-----	103
Tabla 6.28	Beneficio del proyecto escenario optimista -----	103
Tabla 6.29	Flujo de caja escenario optimista (S/) -----	104
Tabla 6.30	Evaluación económica escenario optimista -----	104
Tabla 6.31	Resultados de la simulación-----	108
Tabla 6.32	Valor agregado-----	111
Tabla 6.33	Cantidad de fertilizantes químicos por planta -----	113

Tabla 6.34 Cantidad requerida de hongo antagonista ----- 113

Tabla 6.35 Uso de enemigo natural de la plaga----- 113



ÍNDICE DE FIGURAS

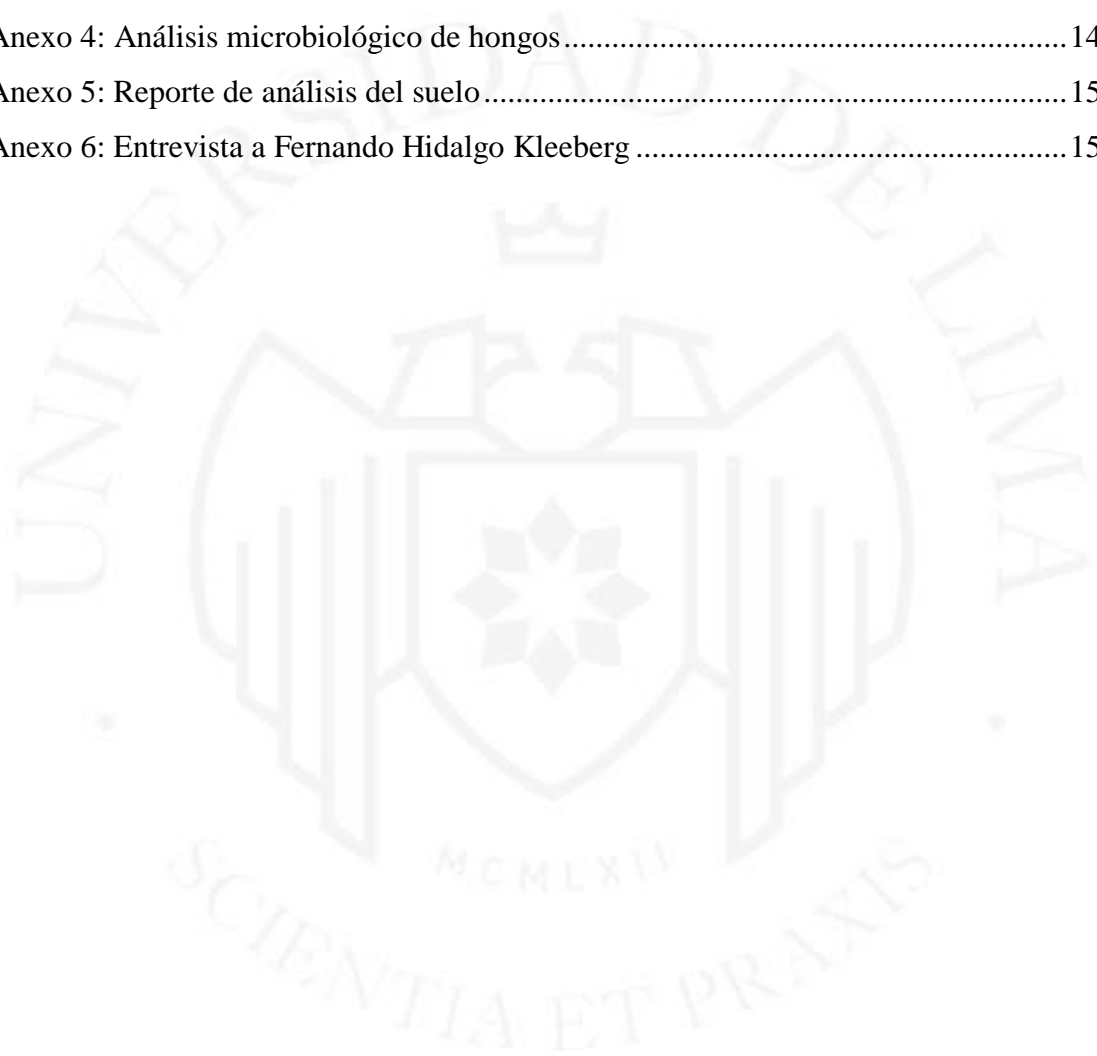
Figura 1.1	Vista del fundo Huachacmaran	1
Figura 1.2	Galpón de cuyes: Fundo Huachacmarán	2
Figura 1.3	Cultivo de paltas tipo Hass fundo Huachacmarán.....	2
Figura 1.4	Composteras en el fundo	3
Figura 1.5	Costales de compost	3
Figura 2.1	Estructura Organizacional	26
Figura 2.2	Paltos para ser plantados	27
Figura 2.3	Cultivo de paltas	28
Figura 2.4	Crianza de cuyes.....	29
Figura 2.5	Preparación de compost.....	30
Figura 3.1	Diagrama de árbol de problemas, causas y efectos	39
Figura 5.1	Riego por goteo	49
Figura 5.2	Riego por aspersión	49
Figura 5.3	Red de distribución de tuberías	51
Figura 5.4	Tipos de emisores o goteros	52
Figura 5.5	Instalación de sistema de riego por goteo.....	53
Figura 5.6	Geo membranas de polietileno	54
Figura 5.7	Biodigestor tubular	55
Figura 5.8	Biodigestor Chino.....	55
Figura 5.9	Especificaciones Trichoderma viride	74
Figura 5.10	Arañita roja del palto Oligonychus yothersi	76
Figura 5.11	Fórmula del nivel de abundancia de arañita roja	77
Figura 5.12	Fórmula del porcentaje de estructuras (hojas) con presencia de arañita roja	77
Figura 5.13	Hoja sana comparada a hoja con presencia de arañita roja.....	78
Figura 5.14	Estragos de arañita roja en los frutos	78
Figura 5.15	Oligotapygmaea: enemigo natural de la arañita roja	80
Figura 5.16	Mediciones de jaulas.....	81

Figura 5.17	Jaulas verticales	82
Figura 6.1	VAN Proyectado y probabilidad que sea positivo.....	107
Figura 6.2	VAN Proyectado: Riesgo de inversión en el proyecto	107
Figura 6.3	TIR Proyecto: Probabilidad que sea mayor al COK	108
Figura 6.4	Gráfico de araña de variables independientes	109
Figura 6.5	Gráfico de tornado.....	110



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista a Dante Mendoza Pariona	130
Anexo 2: Entrevista a Ivan Mendoza Patiño	135
Anexo 3: Análisis fitopatológico de raíces y ramas.....	146
Anexo 4: Análisis microbiológico de hongos.....	147
Anexo 5: Reporte de análisis del suelo.....	151
Anexo 6: Entrevista a Fernando Hidalgo Kleeberg	152



RESUMEN

En los últimos años se ha observado que el 49% de la población rural en la sierra y su sustento económico dependen de la agricultura. Ellos están alejados de la ciudad y muchas veces no cuentan con acceso a vías de comunicación, mercados, insumos e información sobre las innovaciones tecnológicas agrarias, lo que limita su rentabilidad productiva.

El presente trabajo tiene como objetivo demostrar que, a partir de la instalación de un biodigestor, es factible mejorar el rendimiento del cultivo de palta hass en un 35%, mediante la generación de bioabonos en el fundo de Huachacmarán, Se plantearon tres oportunidades de mejora dentro de las cuales la más importante es el cultivo de palta hass con un rendimiento de 13.5 t/ha debajo de lo óptimo para la región Huancavelica.

Las causas raíces halladas son el uso de fertilizantes, pesticidas, fungicidas químicos. Además, de tener un sistema de riego por gravedad que ocasiona humedad en los canales de riego favoreciendo la aparición y propagación de hongos. Para ello se propuso la implementación de un biodigestor con capacidad de 10 m³ que se alimenta de compost y guano de cuy para producir anualmente 12 000 litros de biol y 6 000 kg biosol, lo cual permitirá mejorar la calidad del suelo y sustituir una parte de los fertilizantes químicos usados. Se implementará un sistema de riego por goteo, con piscinas de geomembrana de 63 m³ donde se realizará la mezcla de agua y biol, para aprovechar un 95% el agua de riego y reducir la humedad en los canales de riego.

El proyecto es viable técnica, social, ambiental y económicamente, ya que la tecnología de los biodigestores existe desde hace más de 25 años en el Perú, busca mejorar la calidad de vida y la competitividad en el sector agrícola de los trabajadores del fundo, reducir el impacto ambiental generado y posee un VAN positivo de S/227 637,24. La inversión total es de S/ 164 362 y el periodo de recupero es de 1 año y 6 meses.

Palabras clave: Rendimiento Agrícola, Biodigestor, Biol y Biosol.

ABSTRACT

More than 49% of the rural population economy depend on agriculture. They are far from the city and many times do not have access to transportation routes, markets, supplies and information about agricultural technological innovations, which limits their productive profitability.

The main purpose of this project is to show that the installation of a biodigester that generates bio-fertilizers can improve the yield of the Hass avocado crop by 35% in Huachacmaran farm. Three improvement opportunities were raised. The most important is related to the avocado crop, that showed a yield of 13.5 tons per hectare that is below the optimum yield in Huancavelica region.

The root causes found are the use of chemical fertilizers, pesticides, fungicides. In addition, to have a gravity fed irrigation system makes a favorable environment for the humidity in the irrigation channels, improving the appearance and spread of fungus diseases in plants. For this, it was proposed to build a biodigester with a capacity of 10 m³ that is fed with compost and Guinea pig droppings to annually produce 12,000 liters of liquid biofertilizer and 6,000 kg solid biofertilizer, which will be used for the fertilization of 3,500 avocado plants. Biofertilizers will improve the quality of the soil and replace a part of the chemical fertilizers used. A drip irrigation system will be implemented, with 63 m³ geomembrane pools where workers will mix water and liquid fertilizer. The purpose is to take advantage of 95% of the irrigation water and reduce the humidity in the irrigation channels.

The project is technically, socially, environmentally and economically viable. The biodigester technology has existed for more than 25 years in Peru and will improve the quality of life and competitiveness in the agricultural sector of the farm workers, reduce the environmental impact generated and has a positive NPV of S / 199 745.61. The project has a total investment of S / 164,362 with a payback period of 1 year, 6 months and 25 days.

Keywords: Agricultural Yield, Biodigester, Biol and Biosol.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

El fundo Huachacmarán inició sus actividades en diciembre del 2013 y cuenta con 7 hectáreas destinadas a la agricultura y ganadería. Se dedica a la producción y comercialización de palta tipo Hass y a la crianza de cuyes. Se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, distrito de Arma, provincia de Castrovirreyna, en el centro poblado Huachacmarán (altura del kilómetro 84 de la carretera Arma-Huancavelica).

Tiene como clientes las empresas agroexportadoras de paltas. Además, como socio estratégico tiene a la empresa Camet Trading para la comercialización de palta. Por el lado de la actividad ganadera sus clientes son acopiadores que vienen desde Lima a los mercados chinchanos para abastecerse y consolidar sus pedidos.

En la figura 1.1 se muestra una parte del fundo Huachacmarán.

Figura 1.1

Vista del fundo Huachacmaran



1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos

El área del fundo se encuentra distribuida de la siguiente manera: 6 hectáreas enfocadas en el cultivo de paltas y 1 hectárea para la crianza de animales.

Como una de las actividades principales tienen el cultivo y comercialización de paltas Hass. Se producen alrededor de 78 toneladas al año. Asimismo, se dedican a la crianza y comercialización de cuyes. Durante el año se encuentran entre 1500-1600 cuyes. Esta cantidad varía en el tiempo, debido a las constantes ventas y nacimientos.

La comercialización de cuyes y paltas representan la mayor parte de los ingresos. En la figura 1.2 y figura 1.3 se observan ambas actividades destinadas para la venta.

Figura 1.2

Galpón de cuyes: Fundo Huachacmarán



Figura 1.3

Cultivo de paltas tipo Hass fundo Huachacmarán



La actividad que le brinda cantidades pequeñas, pero significativas de ingresos es la venta de guano y compost de cuy. Al mes se extraen aproximadamente 900 kg de guano de cuy, que se almacenan en la parte trasera, afuera de los galpones y son vendidos en costales de 50 kg a 5 soles. Los trabajadores arman algunas composteras como se muestra en la figura 1.4 para la obtención de compost, donde utilizan rastrojos de maíz chala, humedad (agua) y úrea. En la figura 1.5 se observa los sacos de compost el cual se comercializa a S/ 12 el saco de 50 kg.

Figura 1.4

Composteras en el fundo



Figura 1.5

Costales de compost



1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa por línea de negocio

- Mercado objetivo Palta Hass.- El fundo, con respecto al cultivo y a la comercialización de palta Hass, tiene como mercado objetivo las empresas agroexportadoras que operan en Chíncha como Camet Trading, Verde Flor,

etc. El fundo Huachacmarán prioriza las relaciones a largo plazo, por lo que, en época de cosecha, la mayoría de su cultivo es extraído por la agroexportadora Camet Trading que realiza el respectivo análisis de calidad para exportarlas. En el caso del fundo Huachacmarán sus paltas han llegado a países como como el Reino Unido, Holanda, Italia, Suecia, China, Corea y España.

- Mercado objetivo cuyes.- El fundo Huachacamarán tiene como mercado objetivo a los acopiadores que vienen de Lima a Chincha para consolidar los pedidos realizados a los criaderos de Chincha y Huancavelica (Huachos). A ellos se le vende a un precio de entre S/ 15 y S/ 25 la unidad. Los restaurantes y pobladores de la zona que consumen cuyes, también forman parte del mercado objetivo producto de la venta de cuyes.
- Venta de guano de cuy y compost.- Con respecto a la venta de guano de cuy, este se vende a los criaderos de caballo peruano de paso aledaños que cultivan maíz o pasto y lo restante se dispone para hacer las composteras o se deja almacenado en la parte posterior de los galpones. El compost extraído se vende a los agricultores de la zona.

1.1.4 Estrategia general de la empresa

La estrategia que aplica el fundo es la diferenciación. A pesar de que venden a igual precio que los demás productores, se diferencian por establecer una relación cercana con sus clientes: las agroexportadoras, permitiéndoles tener una participación activa dentro del proceso del cultivo. Esto incluye la realización del plan de abonamiento anual y un constante control de plantas, frutos y plagas. Además, a diferencia de los competidores de la zona, tiene la capacidad de cumplir con grandes pedidos tanto de la comercialización de paltas como de la crianza y comercialización de cuyes.

El fundo prioriza la relación a largo plazo con las agroexportadoras, ya que éstas le brindan una asistencia técnica, económica y segura puesto que cumple con el pago a tiempo de acuerdo a la venta acordada.

1.1.5 Descripción de la problemática actual

El bajo rendimiento en la producción de la palta es un problema que se ve reflejado a nivel mundial por el constante cambio climático, aparición de plagas y uso excesivo de fertilizantes químicos que dañan el suelo a largo plazo. Además, la mayor parte de agricultores son personas de escasos recursos que no cuentan con sistemas de riego optimizados y que viven alejados de la ciudad sin acceso a información actualizada sobre las buenas prácticas en la agricultura.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (Minagri, 2019) respecto al rendimiento de palta, el promedio en el mundo aumentó apenas un 0,2%, es decir en los últimos años permaneció estancado. Asimismo, indica que el consumo global de paltas está creciendo a una tasa mayor que el aumento de la producción, que va un poco más retrasado.

De acuerdo a un estudio realizado por la empresa “Agrícola Ayacucho”, el rendimiento óptimo de la palta hass producido en la sierra peruana debería ser de 20 toneladas por hectárea; esto, debido a las buenas condiciones climáticas y de entorno (León Carrasco, 2013). Sin embargo, el rendimiento promedio que se tiene actualmente en el Perú es de 12 t/ha y en Huancavelica el promedio apenas llega a 10 t/ha (IDEXCAM [Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior], 2017)

Con respecto al fundo Huachacmarán tiene tres actividades claves, de las cuales el cultivo y la comercialización de palta es actividad de mayor relevancia para el fundo. Sin embargo, en los últimos años se ha visto que el rendimiento de paltas se ha estancado en 13 t/ha, lo cual no le permite cumplir con la meta planteada de 13,5 t/ha, Esto genera una pérdida de 18 000 soles en ingresos. La tasa de crecimiento del rendimiento es baja, de un 2% comparada a los primeros años donde su tasa de crecimiento era de 5% y además la cifra se encuentra alejada del rendimiento óptimo que debe de tener este fruto en las zonas andinas.

De acuerdo a la problemática planteada, ¿Es posible mejorar el rendimiento del cultivo de palta hass mediante la aplicación de bioabonos obtenidos de un biodigestor?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Mejorar el rendimiento del cultivo de palta hass del fundo Huachacmarán mediante la aplicación de bioabonos obtenidos de un biodigestor.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las oportunidades de mejora de las actividades principales y escoger la más importante para el fundo.
- Seleccionar el problema y determinar las causas raíces.
- Definir las propuestas de solución acorde a las causas raíces encontradas.
- Desplegar la ingeniería de la solución de la mejora escogida.
- Evaluar la solución desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental.

1.3 Alcance y limitaciones de la investigación

La investigación se desarrolló entre los años 2018-2 y 2019. El objeto de estudio es el fundo Huachacmarán, ubicado en el distrito de Armas, provincia Castrovirreyna, centro poblado Huachacmarán. El fundo se encuentra a 2 000 m s.n.m. con un clima semi-cálido. Las actividades que se realizan dentro son de agricultura y ganadería. La investigación se planteó a nivel del proyecto de mejora y se evaluó desde una perspectiva técnica, económica, social y ambiental.

Una de las limitaciones que se considera para esta investigación es la distancia que se debe recorrer de Lima a Huachacmarán; sin embargo, se organizaron tres viajes a Chíncha que se encuentra a dos horas de Lima en auto, durante los fines de semana que se tuvo disponibilidad. Allí se contrató a un chofer-guía, amigo del dueño del fundo, que conoce perfectamente la zona ubicada a dos horas de Chíncha. De manera que se pudo conocer el fundo, entender su situación y la problemática interna. Se realizó una entrevista para tener acceso a las fuentes primarias y sustentar la investigación. Además, se tuvo en consideración el poco tiempo disponible de los colaboradores que compartieron la información, por lo que se dio a conocer con anticipación las fechas de las visitas programadas y se utilizaron otros medios como las llamadas y video llamadas.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Técnica

Existe la tecnología necesaria para implementar este tipo de mejora. En la tesis titulada Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros (Perez Medel, 2018) y en Propuesta para el diseño un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá (Bolívar Fúquene & Ramírez Hernández, 2012), así como en diversas tesis e informes del Banco interamericano de Desarrollo consultados se encuentran distintos diseños a bajo coste y los pasos detallados para la construcción del biodigestor que utiliza material orgánico (excreta de animales y desechos de plantas) para producir biogás, fertilizante e incluso electricidad. Por otro lado, en los exteriores de Lima existe una empresa dedicada a la venta de cuyes que utiliza la excreta de estos animales para la producción de electricidad para su propio fundo y fertilizante para comercializar a los agricultores de la zona.

Los fertilizantes obtenidos del biodigestor propuesto servirán para el abonamiento del cultivo de palta hass del fundo. Samir Rodríguez (2014), Bello Moreira, et al. (2016), Freire (2019) y Durand (2018) coinciden en sus investigaciones que el uso de bioabonos y biol reforzado con micronutrientes produce un incremento en el rendimiento de toda clase de cultivos, a condición de que se utilice en la proporción adecuada, de acuerdo al sistema de riego utilizado y se establezca un calendario de aplicación.

1.4.2 Justificación Económica

La mejora a implementar busca elevar el rendimiento del cultivo, ya que al producir más paltas habrá más ingresos para el fundo y la rentabilidad aumentará. El biodigestor generará los bio-abonos para reducir la carga de fertilizante químico utilizado por planta y un menor número de abonamientos al año. Esto último implica una menor inversión en la mano de obra relacionada al compostaje y al costo en fertilizante. Además, la actividad de producción de compost se verá mejorada, ya que es insumo indispensable en la carga del biodigestor, por lo que con un plan adecuado de compostaje se podrá producir mayores cantidades de compost que pueden ser utilizados en el mismo fundo, lo que a su vez disminuirá los costos relacionados a la compra de dicho abono.

1.4.3 Justificación Social

Esta propuesta mejorará la calidad de vida de las personas relacionadas al fundo (dueños, trabajadores, socios estratégicos), ya que la situación de la comunidad agrícola en Huancavelica no es la mejor, según Estudio económico agrícola del departamento de Huancavelica (Sabogal Wiese, 2015) los principales problemas son la accidentada geografía, las escasas vías de comunicación y el aislamiento. Este último es el problema del cual se puede sacar algún beneficio, ya que obliga a los agricultores o ganaderos innovar en sus técnicas para que sus actividades sean rentables. Proyectos como éstos podrían marcar un hito para que los agricultores y ganaderos de la zona empiecen a apostar por la innovación tecnológica y a tomar conciencia sobre el aprovechamiento de recursos para que sus actividades sean auto sostenibles y se puedan ir mejorando a través del tiempo.

1.5 Hipótesis de la investigación

La mejora en el rendimiento del cultivo de palta hass en el fundo Huachacamarán es factible mediante la aplicación de bioabonos obtenidos de un biodigestor.

1.6 Marco referencial de la investigación

A continuación, se presentan algunos artículos de investigación científica o trabajos de investigación pasados que servirán como referencia para realizar el presente trabajo.

Durand, P. (2018). *“Producción de biol utilizando mezcla de heces vacunos y cuy para mejorar la producción de alfalfa (Medicago sativa) Pariacoto, 2018”*.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar la eficiencia de bioabono líquido obtenido de un biodigestor a partir del uso de guano de cuy y heces vacunas para la mejora de producción de alfalfa. El trabajo tiene como conclusión que la aplicación del biol influye en el desarrollo vegetativo y rendimiento de manera positiva. Será una referencia importante para el trabajo de investigación, puesto que las conclusiones se encuentran alineadas con el objetivo del presente trabajo. En similitud con el presente trabajo de mejora, contempla la instalación de un biodigestor especializado para el aprovechamiento de residuos orgánicos para la extracción de bioabonos y el impacto positivo que se tiene en el cultivo. Esta tesis se difiere por centrarse en el cultivo de alfalfa y no tiene en consideración el entorno geográfico.

Freire, K. (2019). *“Evaluación de un residuo líquido orgánico obtenido de un biodigestor en el rendimiento del cultivo de cebolla de rama (Allium fistulosum Linnaeus)”*

Este proyecto de investigación extraído del repositorio de la Universidad Técnica de Ambato (Ecuador) tiene como objetivo identificar los efectos del residuo orgánico de cuy obtenido de un biodigestor en el cultivo de Cebolla de rama en los parámetros de rendimiento y producción. Será de utilidad para el presente trabajo de investigación, puesto que relaciona las variables biodigestor y rendimiento. Como conclusión se tuvo que la aplicación de abonos líquidos en la parte foliar y a nivel de raíz en una concentración de 20 a 50% estimula el crecimiento del fruto, mejora la calidad de los productos y le provee efectos repelentes contra el ataque de plagas. En otras palabras, los abonos orgánicos extraídos del biodigestor influyen positivamente aumentando el rendimiento del cultivo. En similitud con el presente trabajo, trata sobre el tema común que es la producción de bioabonos a partir del proceso de biodigestión para su aprovechamiento en el cultivo. La diferencia se centra en el producto de cultivo, que en este caso es la cebolla de rama.

Rodríguez Castillo (2014). *“Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero”*

El presente trabajo de investigación, publicado el repositorio de la universidad privada Antenor Orrego, comprende la evaluación del desarrollo de plantas y el rendimiento en cultivos de maíz y forraje utilizando el biol en distintas concentraciones y distintos tiempos de descanso por aplicación. Se concluyó que las concentraciones bajas y excesivas de biol no determinan una diferencia significativa en el rendimiento, sino en el follaje. Sin embargo, la aplicación de biol en bajas y medias concentraciones (400-800 litros por hectárea), en conjunto con la fertilización química, sí representa un aumento en el rendimiento del fruto de aproximadamente 12% (De 2,1 mazorcas/planta a 2,6 mazorcas/planta). Con similitud a este trabajo de investigación, se busca relacionar la variable bioabonos con el rendimiento del cultivo con la diferencia que el estudio no detalla qué tipo de guano utiliza para cargar el biol; sin embargo, utiliza las recomendaciones de dosis del fundo Casablanca, por lo que se infiere que el biol es proveniente de la digestión de compost de guano de cuy.

Pautrat, J. (2010). *“Diseño de Biodigestor y producción de biogás con excremento vacuno en la granja agropecuaria de Yauris”*

Esta tesis extraída del repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú será de utilidad para el proyecto de investigación, ya que tiene importante información sobre el diseño del biodigestor, los materiales de fabricación de estos equipos, el contenido para empezar con la digestión para la liberación de los subproductos, un análisis de la producción de estiércol de distintos tipos de animales, así como los parámetros con los que funciona un biodigestor. En similitud con el presente trabajo, es la mejora en el manejo de las excretas producidas por los animales de explotaciones ganaderas, además busca resaltar y explicar con base técnica cómo el biol producido por la biodigestión cumple la función de fertilizante, aún mejor que el excremento fresco o los fertilizantes químicos. Se difiere esta tesis porque se centra en residuos provenientes de cabeza de ganado vacuno y no menciona si hay diferencias en los parámetros si es que se usara desechos orgánicos de distintos animales.

Locoli et al., (2019) *“Use of biogas digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of lactuca sativa L.”*

Este artículo publicado en la revista científica Science of the Total Environment significará un apoyo importante, puesto que trata específicamente el tema del fertilizante obtenido del biodigestor. Además, en esta investigación se realizó el procedimiento de digestión con residuos orgánicos animales y vegetales con el fin de tener datos más verídicos y establecer diferencias en el rendimiento. En similitud del presente proyecto, este artículo de investigación científica hace hincapié en los fertilizantes como un buen método de ahorro en costos para la actividad agrícola resaltando las ventajas económicas, de impacto ambiental y tecnológico. Por otro lado, se diferencia por utilizar residuos de cebolla y excretas de ganado vacuno como dos de los tipos de materia orgánica que alimentan el biodigestor, en este proyecto se utilizarán residuos de palta y guano de cuy.

Barrena et al. (2019). *“Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol bovino Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú”*

Esta investigación trata sobre un proyecto de implementación de un biodigestor para la obtención de biogás y bioabonos con el objetivo de determinar la influencia de los bioabonos sobre el desarrollo de cultivos agrícolas como el pasto. Para demostrar la

relación positiva utiliza parcelas experimentales donde aplica los bioabonos teniendo como resultado importantes mejoras en el rendimiento y calidad. Este proyecto contiene información importante como los pasos para la implementación del biodigestor, claves para su adecuado mantenimiento y funcionamiento, información sobre sus subproductos. En similitud con el presente trabajo de investigación, el objetivo es la realización de un proyecto que emplea un sistema de producción de bioabonos que favorece el cultivo, mediante una mayor producción en peso, además de una mejora en los suelos. A diferencia del presente trabajo, el estudio se centra en demostrar el rendimiento en parcelas de pasto y no en el cultivo de palta hass.

Troya Jiménez. (2018). *“Efectos del uso agrícola y del control de plantas invasoras sobre la calidad del suelo en El Cascajo y Los Gemelos (isla Santa Cruz), y Cerro Verde (isla San Cristóbal) en Galápagos”*

Esta documentación explica el efecto negativo que tiene el uso de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos en la agricultura, indica que el uso constante en un periodo extenso de tiempo ocasiona un desmejoramiento en la calidad del suelo, tanto físico, químico y biológico. Como por ejemplo la disminución en la materia orgánica, así como los macro y micronutrientes disponibles. La importancia de esta fuente consiste en que nos proporciona datos sobre la baja de nutrientes específicos que se da, debido al uso de los pesticidas y herbicidas más comunes e incluso menciona las consecuencias que trae la escasez o el exceso de estos nutrientes. En similitud con el presente trabajo de investigación, tienen como objetivo demostrar que las malas prácticas agrícolas disminuyen la calidad del suelo, por lo tanto, generan una baja en el rendimiento del cultivo. La diferencia radica en que el estudio se realiza sobre suelo donde el clima es distinto al de la zona andina; sin embargo, sostiene que las consecuencias del desbalance de nutrientes son los mismos para cualquier tipo de suelo.

1.7 Marco conceptual

En el fundo Huachacmarán, se propone mejorar la calidad de vida de los residentes a partir de la instalación de un biodigestor y el uso de residuos orgánicos generados por las actividades de agricultura y crianza de animales para obtener bio-abonos. Esto será posible aplicando tecnología de biodigestores.

Los biodigestores fueron considerados, principalmente, como una manera de producir gas combustible a partir de desechos orgánicos. Sin embargo, al ser integrados a un sistema de agricultura ecológica los biodigestores pueden brindar muchos otros beneficios, en particular el reciclado de nutrientes para la obtención de fertilizantes de alta calidad (Los Biodigestores, importancia y beneficios, 2015).

Un biodigestor es un receptor de materia orgánica a fermentar, este recipiente cerrado se denomina reactor. Debe ser hermético e impermeable para realizar la fermentación anaeróbica y producir biol rico en nitrógeno, fósforo y potasio, y generar gas metano (CH₄). La fermentación es provocada por un grupo de bacterias anaeróbicas y microorganismos presentes en la materia fecal, estos se someten a un tratamiento aeróbico en el biodigestor en un periodo de tiempo determinado para eliminar los olores desagradables y generar una mezcla de nutrientes de alta concentración y materia orgánica. Muy adecuado para suelos desgastados (Torres Andí, 2016).

Asimismo, se quiere aprovechar los residuos orgánicos en la biodigestión y generar como subproductos bioabonos y biogás.

El artículo *Efecto de los abonos orgánicos en la agricultura ecológica: InfoAgro* (2019) indica que el uso de los abonos orgánicos sirve para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas. Los fertilizantes orgánicos forman humus por las propias características en su composición y utilizan este ingrediente para enriquecer el suelo, cambiando así ciertas propiedades y características del suelo como su reacción (pH) y la disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio. De tal manera de hacer más adecuado el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

Los abonos orgánicos obtenidos son el biosol y el biol. El primero, es el resultado de separar la parte sólida del “fango” que resulta de la fermentación anaeróbica dentro del biodigestor. Puede alcanzar entre 25% y 10 % de humedad. A la vez, puede emplearse sólo o en conjunto con compost (Aparcana Robles, 2008). Mientras el segundo es el efluente líquido de color marrón que se obtiene del biodigestor y sirve como fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales de crecimiento, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica que no presentan en el proceso de compostaje. (Campo Rivero, 2012)

Existen pruebas en campo que muestran que el uso de biol (fertilizante natural líquido) genera una mejora cuantitativa del 15 a 50% en el rendimiento del cultivo, a comparación del uso exclusivo de fertilizantes químicos, así como también un mayor porcentaje de engorde en los frutos (Campero Rivero, 2012). El rendimiento se refiere a la cantidad media del producto agrícola obtenido por unidad de superficie cultivada. (“Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación”, 1982)

Rodríguez Castillo (2014) sostiene que el uso de 400 litros/ha de biol extraído de un biodigestor como complemento a la fertilización e incrementó el rendimiento (kg/ha) en un 13% en el rendimiento del follaje y un 12% en el rendimiento de los frutos frente a un testigo con el que solo usó agua de riego. De acuerdo a Bello Moreira et al. (2016), la aplicación en bajas concentraciones (menores al 10%) tiene un mayor efecto en el rendimiento del cultivo si la aplicación se realiza cada dos meses o 75 días como mínimo.

Según Pautrat Guerra (2010) el biol tiene un efecto superior que el del excremento fresco o los fertilizantes químicos, ya que las plantas, además de producir más, son más resistentes a plagas y heladas por las hormonas vegetales o fitohormonas que contienen y se definen como fitoreguladores del desarrollo. A bajas concentraciones el biol actúa en el fortalecimiento de las raíces, inducen a la floración y tiene acción frutificante. Además, el biol puede ser utilizado para todo tipo de cultivos: gramíneas, raíces, forrajeras, hortalizas, tubérculos y frutales como los cítricos, la piña y el palto, ya que ayuda en el desarrollo de los microorganismos del suelo y contribuye a que el cultivo alcance niveles altos de rendimiento (Gómez Soria, s.f.).

Es necesario aclarar algunos conceptos que serán de gran utilidad para la propuesta de mejora.

- Digestión anaeróbica.- Es la descomposición de la materia orgánica por microorganismos en un medio con ausencia de oxígeno. Se liberan el biogás (gas metano) y bioabonos.
- Biol.- Se refiere al abono líquido que se obtiene por una de las tuberías de salida del biodigestor, producto de la digestión anaerobia que ocurre dentro del mismo y cuyo objetivo es el de fortalecer el crecimiento de la planta, las raíces y los frutos.
- Biosol.- Se refiere a la parte sólida de los fangos que se encuentran al momento de limpiar y hacer el mantenimiento del biodigestor luego de un

año de biodigestión. Al ser mezclado con el compost otorga una mayor aereación al suelo, por lo que mejora la retención de nutrientes.

- Compostaje.- Es la actividad que consiste en acelerar la descomposición de residuos orgánicos como el guano de cuy y las hojas de palta hass en presencia de oxígeno, la cual realizan los trabajadores del fundo para producir el compost que será el elemento principal para la carga inicial del biodigestor, de manera que se asegure su funcionamiento.
- Rendimiento del cultivo.- Es la cantidad de producto agrícola obtenido en una determinada área de terreno de cultivo.



CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1 Análisis Externo de la Empresa

2.1.1 Análisis del entorno global

- Político.- El Perú goza actualmente de acceso preferencial a los principales mercados internacionales. Perú ha firmado acuerdos de libre comercio con Estados Unidos, Singapur, Tailandia, Canadá y Corea del sur, entre otros. Además, es miembro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), goza del SGP con la Unión Europea, mantiene Acuerdos de Complementación Económica con la mayoría de países latinoamericanos, incluido Mercosur y ha estado negociando un tratado de libre comercio con la Unión Europea. Además, forma parte del Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) (Minagri, 2016).

El Perú se suscribió al protocolo fitosanitario entre el Perú y China, con lo cual las importaciones de palta Hass peruana a ese país se elevaron, llegando a alcanzar una cuota del mercado del 14%. Además, es el segundo principal exportador a EE.UU., ya que la producción nacional de ese país apenas satisface el 20% de la demanda. Seis países (Holanda, Estados Unidos, España, Inglaterra, China y Chile) son los que adquirieron el 95% del valor exportado de palta peruana durante el 2017. (Perú casi duplicó venta de palta a EE. UU. en 2017 y demanda seguirá creciendo, 2018)

Respecto al cultivo de palta Hass recientemente el Ministerio de Agricultura y Riego en coordinación con el Comité Regional de Gestión Agrario de Huancavelica decidieron promover la exportación de palta, con el objetivo de beneficiar a los pequeños productores brindando asistencia técnica en producción, comercialización y exportación como también evaluando los campos para que no tengan inconvenientes para ser certificados. Asimismo,

se les propone realizar un plan multisectorial ante heladas y friajes. (SENASA [Servicio Nacional de Sanidad Agraria], 2018)

Por otro lado, respecto a la crianza de animales Minagri apoya al sector ganadero con el objetivo de incrementar las exportaciones bajando las barreras fitosanitarias, puesto que hay dificultad de acceso al mercado externo. Para lo cual el Servicio Nacional de Sanidad Agraria tiene como objetivo realizar campañas de desparasitación en periodos previos a la temporada fría con la finalidad de que puedan ser más eficientes en su alimentación. Además, diseñar e implementar protocolos para la protección animal frente al ingreso de enfermedades foráneas (Minagri, 2017).

- Legal.- El marco legal que brinda el Perú permite a los inversionistas tanto peruanos como extranjeros desarrollar sus actividades agrícolas y agroindustriales con plenas garantías. (Convenios de estabilidad legal, sistema avanzado de impuesto al valor agregado, etc). Las exportaciones desde el Perú no están sujetas al IVA; además, reembolsan íntegramente otros impuestos como los aranceles de importación de productos intermedios (devolución de impuestos). La agricultura posee un incentivo especial ya que el pago del Impuesto a la Renta es sólo 15% (Minagri, 2016).
- Económico.- La producción nacional de palta en el 2017 superó las 470 mil toneladas, lo que significó un incremento de 3,4% respecto a lo producido en el 2016, siendo los departamentos de La Libertad, Lima, Ica y Junín los que explican el 80% de la producción nacional (“Perú se consolida como segundo proveedor mundial de paltas”, 2018).

La palta es el tercer producto más importante de la canasta de agroexportaciones, detrás del café y la uva. De acuerdo a cifras del Trade Map al 2016, el Perú es considerado como el segundo proveedor mundial de palta en volumen, siendo solo superado por México. (“Perú se consolida como segundo proveedor mundial de paltas”, 2018).

De acuerdo a Minagri (2019) el Perú exportó en el año 2017 alrededor de 247 mil toneladas de palta, lo que representó un incremento de 27% a lo registrado en el 2016, y convirtió al país en el segundo productor mundial de palta, la mayoría de la variedad Hass. Esta última cifra significó ventas por alrededor

de US\$ 580 millones, lo que representó un aumento de 46% a lo exportado en el 2016.

- Social.- Minagri (2018) señala que el cultivo de las paltas favorece en los ingresos de los agricultores ya que la exportación de dicho producto está en crecimiento. El sector estima tasas de crecimiento del agro de 4% anual para reducir la pobreza de manera drástica.

Actualmente el Minagri viene dando capacitaciones a pequeños productores de distintos distritos de Huancavelica para que aprendan sobre el proceso de inspección, certificación fitosanitaria, demostración de cosecha y movilización de fruta cosechada con el objetivo de poder comercializar la palta Hass proveniente de Huancavelica al exterior y obtener mejoras económicas suficientes para sustentar a sus familias. Una de las ventajas para el incremento de la producción de palta Hass en la región Huancavelica, es la época de mayor productividad ya que oscila entre enero y abril, a diferencia de la costa donde inicia en mayo, dándoles ventaja al adelantarse a la temporada (“Incentivan producción de palta Hass con fines de exportación en Huancavelica”, 2018).

Por su parte, la crianza de cuyes tiene ventajas comparativas frente a otras especies, debido a que puede ser consumido por el ser humano por el alto valor nutricional que presenta, como también se puede vender para obtener ingresos que permiten a las familias campesinas mejorar su estilo de vida. Además, el cuy tiende adaptarse en diferentes ecosistemas lo que ayuda a pequeños productores a exportar a países como Venezuela y Cuba (Minagri, 2015).

- Tecnológico.- Las condiciones tecnológicas que toman importancia en el cultivo son el sistema de riego; las buenas prácticas agrícolas, que permitan cumplir con los estándares internacionales solicitados y el conocimiento de los participantes de la cadena (Periche, et al., 2017).

Por otro lado, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) presentó dos nuevas tecnologías para el cultivo de palto que harán más competitivos a los pequeños productores: "Propagación clonal modificada en portainjertos de palto Duke 07" y "Técnica adaptada para la determinación del momento

óptimo de cosecha en palta cv Hass", las cuales fueron desarrolladas por especialistas del INIA.

La propagación clonal modificada de palto Duke 07, tecnología aplicable a cualquier zona productora del país, facilita la adaptación de la planta frente a condiciones adversas como salinidad, niveles altos de carbonatos y presencia de hongos en el suelo, sin que pierda rendimiento y calidad. La producción de portainjertos garantiza la multiplicación de las mejores variedades utilizadas para tolerar los efectos negativos de los suelos (Minagri, 2011).

La segunda tecnología adaptada por los especialistas del INIA permite determinar el momento óptimo en que debe cosecharse el palto Hass, lo que asegura que los frutos lleguen a su madurez de consumo sin que pierdan sus características de sabor y textura. Para determinar el momento óptimo se debe analizar las proporciones de humedad y de aceite que contiene la pulpa de la palta. A mayor contenido de aceite menor humedad. (Pequeños productores de palto mejorarán cultivo con nuevas tecnologías del INIA, 2011)

Con respecto a la crianza y venta de cuyes el Perú es pionero en la generación de tecnología para la producción de carne de cuy. La crianza de estos animales se ha transformado en un proceso tecnificado con alimentación equilibrada, alta calidad genética, instalaciones adecuadas y producción a escala. La única restricción tecnológica de la crianza de cuyes es la necesidad de utilizar forrajes verdes en la alimentación. Este factor nutricional, necesario por el origen herbívoro de la especie y su incapacidad de sintetizar vitamina C, determina el área y calidad del terreno (Ordoñez, 2003).

- Ambiental.- Minagri (2016) señala que las óptimas condiciones climáticas del Perú posibilitan el cultivo de palta Hass durante todo el año, entre mayo y septiembre en la costa y a partir de enero en las regiones andinas, otorgando al país una ventaja competitiva, ya que algunos de los exportadores e importadores del hemisferio norte, e incluso algunos del hemisferio sur, cesan su producción durante estos meses.

Además, según Centro de Ecología y género (2017) indica: "Las condiciones ambientales del Perú son favorables para la producción de pasto y forrajes para la alimentación de cuyes".

2.1.2 Análisis del entorno competitivo

- Amenaza de nuevos participantes.- Respecto a la amenaza de nuevos ingresantes al cultivo de palta, la barrera de ingreso es media, puesto que no hay disponibilidad de grandes hectáreas cerca de la carretera. Sin embargo, la cantidad de países que están levantando sus barreras para el ingreso a su mercado de la palta peruana Hass va en aumento, lo que hace que los agricultores consideren iniciar con el cultivo de palta. Además, se sienten atraídos por el éxito de los productores de palta actuales, debido al aumento de la demanda de palta tipo Hass por las principales agroexportadoras. La inversión para el cultivo de las paltas es elevada al inicio. los nuevos ingresantes deben de realizar contratos de arrendamiento de terrenos por un mínimo de 10 a 15 años para asegurar el crecimiento de la planta, así como el de su rendimiento. En cuanto a la crianza de cuyes la inversión en el sector de crianza de cuyes también es elevada, debido a que se debe tener un terreno lo suficientemente amplio para la disposición de los corrales de cuyes, a diferencia de las paltas, los cuyes necesitan alimento diario y verificar diariamente si la temperatura y la humedad es la adecuada, ya que son animales muy delicados.
- Poder de negociación de los proveedores.- El poder de negociación de los proveedores de fertilizantes es media, ya que en chincha hay muchos proveedores; sin embargo, es necesario que provean a la empresa fertilizantes preparados ricos en potasio, manganeso, nitrógeno y fósforo. Los suplementos que necesita se obtienen de un análisis del suelo que se hace dos veces al año. Por otro lado, los fertilizantes varían de acuerdo a la temporada, los fertilizantes usados en época de cosecha, post cosecha y crecimiento no son los mismos, los proveedores deben asegurar que sus fertilizantes estén siempre disponibles. Además, deben de estar libres de cloruro, de lo contrario el crecimiento y engorde de las paltas se verá disminuido. Por otro lado, el fundo se provee de paltos por un productor chinchano de paltos y por la misma agroexportadora que compra las paltas: Camet Trading.

El poder de negociación de los proveedores de alimento balanceado y forraje es alto, ya que de ellos depende que los cuyes tengan alimento en buen estado y a tiempo para que los animales puedan consumirlo. El forraje, alimento

principal de los cuyes, no es complicado de almacenar y no es necesario que los proveedores vengan a diario. Sin embargo, el forraje es difícil de conseguir, ya que el experto que visita al criadero cada 2 meses recomienda que los cuyes consuman maíz chala con choclo tierno y éste es un poco difícil de conseguir en la zona. Además, se debe mantener una relación con los veterinarios para que visiten el fundo periódicamente para brindarle medicamentos contra la neumonía y los parásitos y puedan examinar a los animales que serán puestos a la venta.

- Poder de negociación de los compradores.- En el caso de las paltas el poder negociación es media, ya que el precio también es afectado por factores externos como desastres naturales e invasión de plagas haciendo que el precio se eleve y a pesar de esto, la demanda sigue en aumento. La palta se vende a 6 soles el kg, el dueño del fundo está comprometido a evitar las variaciones del precio, ya que cuenta con planes de contingencia ante sequías y enfermedades particulares que podrían atacar a su cultivo en época de cosecha, en la cual no se puede utilizar pesticidas. Al ser socios estratégicos, el fundo Huachacmarán solo les ofrece su cultivo a Camet Trading y en menor cantidad a Verde Flor con los cuales ha podido establecer relaciones a largo plazo debido a los múltiples beneficios que les ofrece estas agroexportadoras (capacitaciones, visitas de los ingenieros controladores de plaga, de hoja de fruto). También les ofrece la seguridad de que recibirán los pagos a tiempo y en caso necesiten soporte financiero las agroexportadoras les proporciona el financiamiento y se los descuentan de la futura cosecha.

El poder de negociación de los compradores de cuyes es alto, ya que la oferta es grande. Generalmente se inclinan por precios menores. Por otro lado, están los recolectores de cuyes, éstos compran y recolectan los cuyes de los pequeños productores de Huachacmarán a un precio, según el peso del animal, que varía entre 15 y 25 soles.

- Amenaza de sustitutos.- El poder que tienen los sustitutos de la palta hass es bajo, ya que actualmente la producción de palta en Perú está en su auge, y su demanda en el extranjero siguen en aumento; sin embargo, con el paso de los años puede ser sustituida por otro producto como alguna fruta, verdura o producto orgánico. Así como se dio con la temporada de los espárragos, uvas

entre otros que tuvieron su temporada de máxima producción y que bajaron con el pasar del tiempo.

Con respecto a los cuyes el poder es medio, ya que de marzo a enero del año siguiente se produce la temporada de pesca de camarón. Este producto es muy popular en la zona de quebrada de Chíncha rumbo a Huancavelica, la mayoría de visitantes son de Chíncha y vienen solo para degustar los platillos hechos a base de camarón. Durante los meses de enero a marzo es donde aumenta la demanda de los platillos hechos a base de cuy.

- Rivalidad entre competidores.- Con respecto a la producción de paltas, no hay muchos fundos en la zona; sin embargo, el crecimiento de competidores en su mayoría formada por pobladores con pequeñas parcelas, va en aumento, ya que las tierras ofrecen un buen rendimiento a partir de la segunda cosecha y la demanda de paltas tipo Hass en la zona también va en aumento.

En el caso de la crianza y comercialización de los cuyes, la rivalidad entre los competidores de la zona es baja, ya que en la zona de Huachamarán solo hay 2 criaderos de gran tamaño (Villa de Sol y Huachamarán) y ambos cuentan con más de 1500 cuyes en promedio. A menor escala el fundo tiene mayor competencia, ya que existen aproximadamente 50 familias que crían cuyes a menor escala.

- Conclusiones.- El cultivo de paltas en el sector es atractivo, puesto que hay un crecimiento de la demanda, a pesar de que el precio se vea afectado por los cambios que se puedan dar por factores externos. Además, tienen una barrera media de ingreso, ya que, a pesar de que la inversión se puede recuperar entre el primer y segundo año de cosecha, la inversión inicial es alta y los terrenos cada vez tienen precios más elevados en la zona. Sin embargo, según los dueños del fundo las exportaciones de palta pueden verse disminuidas debido a que en Colombia también se está cultivando palta Hass y ellos también tienen un cultivo que se adelanta a su época, así como en la sierra peruana, que justamente produce paltas cuando no es temporada en el mundo. En el futuro las exportaciones de palta pueden ser sustituidas por otro tipo de alimento que ofrezca similares beneficios como la aceituna y a un menor precio para el consumidor.

En el caso de la crianza y venta de cuyes en el sector es medianamente atractiva, ya que a pesar de que la inversión en infraestructura es grande, no hay mucho problema con los proveedores de forraje (alimento balanceado para los cuyes), ya que son fáciles de almacenar y no son necesarias las visitas frecuentes. Asimismo, la venta de cuyes tiene un incremento importante cuando se produce la veda de camarón (principal atractivo gastronómico de la zona), además los recolectores representan una venta “fija”, ya que mensualmente solicitan una cantidad constante de cuyes a cada criadero para abastecer los mercados de Chincha.

2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

A continuación, en la tabla 2.1 se presentan las oportunidades y amenazas de la crianza y comercialización de cuy.

Tabla 2.1

Oportunidades y amenazas de la crianza y comercialización de cuy

	Oportunidades	Amenazas
Crianza y comercialización de cuy	Los sectores rurales cercanos a Lima se encuentran en situación de pobreza. Esta situación estimula la presencia de proyectos de crianza de cuyes para lograr el desarrollo de la zona.	El 25% de la población rechaza el producto.
	Lima es el mayor mercado de cuy (concentra al mayor número de consumidores).	El consumo de carnes se encuentra estático. La carne de pollo domina el mercado
	El sector agropecuario cuenta con índices macroeconómicos positivos y ascendentes.	Algunos aspectos claves para una mayor accesibilidad a la crianza de cuyes aún no han sido determinados.
	El cuy requiere de poco alimento comercial para balancear su dieta. Su crianza es posible solo con forrajes y subproductos de cosecha.	La inversión para una infraestructura adecuada es alta.
	Condiciones climáticas favorables para el cultivo de pasto y forraje (dieta principal de los cuyes).	Dificultad para conseguir choclo de calidad en la zona.

En la tabla 2.2 se presenta las oportunidades y amenazas del cultivo y comercialización de palta.

Tabla 2.2*Oportunidades y amenazas del cultivo y comercialización de palta*

	Oportunidades	Amenazas
Cultivo y comercialización de palta	Apertura de nuevos mercados a través de diversos tratados de libre comercio	Desastres naturales
	Apoyo y capacitación técnica del Estado para mejorar la producción de productos agrícolas	Control fitosanitario intenso en los principales países clientes por plagas y hongos
	Déficit de producción agrícola en algunos países del exterior	Gran penetración comercial de los competidores (Chile-Sudáfrica)
	Alto precio de la palta hass en el extranjero	Propagación de enfermedades nuevas en paltos de la zona.
	Introducción de la tecnología de propagación clonal modificada de palto	La cosecha de la “fruta loca” (fruto que se adelanta a la fecha de producción) de la palta en Colombia es en la misma temporada que en la sierra peruana y representa el 50% de su producción.
	Condiciones climáticas favorables en determinadas zonas geográficas del país durante los meses de escasez de palta hass en el mundo (mayo y abril)	

En la tabla 2.3 se describe la oportunidades y amenazas de la producción y comercialización de compost.

Tabla 2.3*Oportunidades y amenazas de la producción y comercialización de compost*

	Oportunidades	Amenazas
Producción y comercialización de compost y guano	Venta de productos orgánicos	Contaminación del suelo
	Pocos productores de compost	Cambios climáticos que afecten la preparación del abono
	Gran cantidad de clientes potenciales	Sanciones por incumplimiento de normas
	Caballerizas cercanas requieren compost	
	Mayor concientización de los pobladores sobre el impacto de usar fertilizantes químicos	Invasión de plagas (moscas)

Con las oportunidades y amenazas descritas para cada actividad en la tabla 2.4 se realizó una matriz de evaluación de factores externos.

Tabla 2.4*Matriz evaluación de factores externos (EFE)*

	Peso	Calificación	Total Ponderado
Oportunidades			
1. Mayor concientización de las bondades nutricionales del cuy	0,05	1	0,05
2. Desarrollo de nuevas tecnologías limpias en el cultivo	0,1	2	0,2
3. Promoción de la exportación de palta hass	0,07	3	0,21
4. Gran cantidad de clientes potenciales para la comercialización de compost	0,03	1	0,03
5. Mayor concientización sobre los efectos del uso de fertilizantes químicos	0,05	1	0,05
6. Alto precio del kilogramo de palta hass en el extranjero	0,07	3	0,21
7. Condiciones climáticas favorables para la producción de palta hass en temporada baja	0,05	2	0,1
Amenazas			
1. Alto rechazo de la población hacia la carne de cuy (25%)	0,06	3	0,18
2. Alta inversión para la construcción y mantenimiento de los galpones para los cuyes	0,1	3	0,3
3. Cambios climáticos extremos (fenómeno del niño)	0,1	2	0,2
4. Amenaza de aparición de nuevas plagas producto del compostaje.	0,1	2	0,2
5. Enfermedades en los cultivos	0,1	2	0,2
6. Precios elevados en los terrenos de cultivo en la zona de Huachamarán	0,05	3	0,15
7. Contaminación del agua para regar los cultivos	0,07	3	0,21
Total	1		2,29

Con respecto a la matriz de evaluación de factores externos (EFE), se puede concluir que la empresa no es eficaz en aprovechar el nuevo desarrollo de tecnologías, así como no son conscientes de los efectos que puede tener sobre el suelo el uso de fertilizantes químicos. También se concluye que el fundo responde bien a la amenaza del alto rechazo de la carne de cuy por parte de la población, ya que se encuentra en la sierra,

donde generalmente las personas reconocen la importancia de este animal en los potajes de la región andina. Además, gracias a la experiencia de crianza de cuyes en la zona, el propietario y los trabajadores del fundo saben cómo afrontar los elevados gastos de construcción y mantenimiento cuando busquen expandirse.

En el caso de las paltas, cuando aparecen nuevas enfermedades en la zona el fundo hace frente a dificultades, ya que muchas de ellas se dan por malas prácticas agrícolas o por desconocimiento por parte de los trabajadores, ya que ninguno tuvo experiencia en el cultivo de palta Hass y solo tienen planes de contingencias para las enfermedades que ya conocen.

El fundo Huachacmarán tiene un puntaje ponderado de 2,29 lo que indica que el fundo está debajo del promedio en su esfuerzo por perseguir estrategias que busquen aprovechar las oportunidades y evitar las amenazas de su entorno.

2.2 Análisis Interno de la Empresa

2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

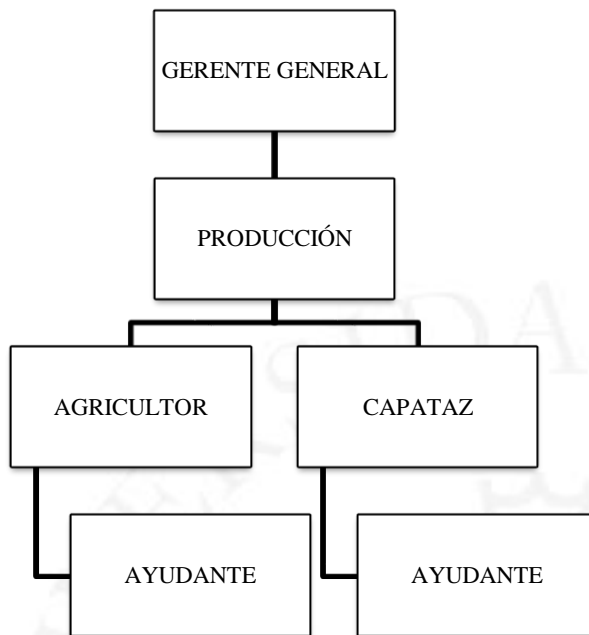
- Visión.- “Ser un fundo autosostenible líder en la región de Huancavelica en el sector agrícola-ganadero”.
- Misión.- “Somos un fundo ubicado en Huancavelica dedicado al cultivo de paltas y a la crianza y comercialización de cuyes, entre otros animales. Estamos comprometidos con el desarrollo económico y tecnológico de la zona, cuidamos de cada uno de los procesos para lograr un producto certificado y de calidad, y nos preocupamos por dar la mejor atención y servicio a nuestros clientes”.

2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

Se presenta en la figura 2.1 la estructura organizacional del fundo a detalle.

Figura 2.1

Estructura Organizacional



2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves

- Cultivo de palta Hass.- Para tener un buen cultivo de palta Hass como se muestra en la figura 2.3 es necesario que cumpla con los siguientes cuatro puntos importantes: analizar la calidad del suelo, escoger los mejores paltos de un proveedor autorizado, tener un plan de fertilización y un adecuado sistema de riego para el correcto desarrollo de la palta y asociarse con vecinos que se dediquen a la misma actividad.

Al utilizar de manera racional los agro-insumos necesarios se reducirá los impactos que puede tener en el medio ambiente.

El proceso de siembra de palta Hass inicia con el análisis de suelo seleccionando el sitio donde se sembrarán las plantas de palta. Para ello, se le agrega compostaje que ayudará a esterilizar el terreno. Así se anticipan a que el cultivo sea invadido por plagas o enfermedades. (Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo de 2019)

Se procede a cavar huecos de 40 cm x 40 cm x 40 cm en el que se introducirá el palto joven en las 6 hectáreas del fundo. En la figura 2.2 se puede observar los paltos a ser plantados. Para un buen crecimiento la palta requiere de un

clima cálido para tener una buena producción, se debe encontrar entre los 1 600 a 2 200 m s.n.m. el territorio en el cual se va a sembrar. Posterior a esto se coloca al abono y se humedece con riego.

En la fase de producción, se maneja un control de plagas y un plan de fertilización lo que ayuda a obtener una producción rentable. Además, la materia seca encontrada en la cosecha se usa como índice de madurez, la cual debe ser mayor al 21% para poder ser cosechada. La recolección o cosecha y la comercialización a los distintos países se da gracias a las empresas agroexportadoras.

Las paltas se venden a las empresas agroexportadoras ubicadas en la ciudad de Chincha a 6 soles el kg. Estas empresas se encargan de realizar la cosecha y colaboran con el desarrollo de los pequeños agricultores al ofrecerles de manera gratuita capacitación y profesionales técnicos para mejorar su rendimiento y controlar las plagas.

Figura 2.2

Paltos para ser plantados



Figura 2.3

Cultivo de paltas



- Crianza de cuyes.- Durante el año 2018, hubo aproximadamente 700 madres con una tasa de parición de entre 4 y 6 cuyes por madre y se vendieron aproximadamente 1000 cuyes al mes.

Infraestructura y su mantenimiento:

Es importante contar con un área amplia y dividida en galpones para cumplir adecuadamente con cada etapa del proceso (Ver Figura 2.4). Asimismo, mantener un cuidado permanente de los cuyes y contar con la alimentación balanceada para obtener carne de buena calidad. La temperatura dentro de los galpones de oscilar entre los 20-24 °C, no se debe permitir que, entre demasiada humedad en los galpones, ya que esto afecta de una manera tan drástica que podría provocar la muerte de todos los cuyes del galpón. (Ataucusi Quispe, 2015).

Para evitar la humedad, en época de lluvia se echa brea en el techo de la infraestructura para evitar que el agua se filtre. Esto se realiza cada mes y se supervisa cada semana, a partir del mes de noviembre.

Alimentación y cuidados veterinarios:

La alimentación y cuidado de los cuyes es esencial para la producción de carne de calidad. Cada 6 meses un experto visita el fundo para brindar consejos sobre la alimentación y la cantidad óptima de cuyes. Los cuyes son alimentados 2 veces al día con alimento concentrado y forraje de maíz chala, choclo o alfalfa y siempre se debe revisar que tengan una cama de forraje que les sirve de alimento, abrigo y asepsia (evita que el alimento se contamine con las heces).

Los servicios veterinarios son esenciales en la crianza de cuyes. Existen distintas enfermedades como la Salmonelosis, neumonía, micosis, etc.

Comercialización:

Los cuyes se venden a restaurantes de la zona, al ser clientes constantes y tener una ubicación cercana, se les abastece semanalmente, cuyes vivos, de esta manera ellos se aseguran de tener cuyes frescos y disponibilidad para los días siguientes, en caso no se consuman todos los cuyes.

Los cuyes también son vendidos a acopiadores que vienen de la ciudad de Lima hacia los mercados de Chincha para recolectar cuyes de los medianos y pequeños productores de distintos distritos de Chincha y Huancavelica (Arma). Los cuyes se venden a un precio de entre 15 y 25 soles por unidad, el peso de mercado por unidad oscila entre los 800 y 900 gramos.

Figura 2.4

Crianza de cuyes



- Producción y comercialización de guano de cuy y compost.- Al mes se producen aproximadamente 900 kg de guano de cuy, estos desechos se recolectan mensualmente y se almacenan a la espalda de la infraestructura donde se encuentran los cuyes. Los dueños de los criaderos de caballos de paso cercanos a la zona envían a sus trabajadores para recolectar guano de cuy. Venden entre 250 y 500 kg de guano de cuy al mes. Los trabajadores de dichos criaderos se encargan de procesarlo en composteras para la producción de compost y la posterior venta de este producto (Ver Figura 2.5).

Figura 2.5

Preparación de compost



2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de las actividades clave - línea base (metas, resultados actuales, tendencias, brechas, comparativos)

- Cultivo de palta Hass - Rendimiento por hectárea.- Se consideró como indicador principal de esta actividad al rendimiento por hectárea, ya que este indicador es fácil de obtener al terminar la cosecha y la cantidad exacta de paltos en kg lo brinda la agroexportadora. Para el año 2018, se planteó una meta de 13,5 ton. por hectárea; sin embargo, la meta no fue alcanzada, ya que el rendimiento fue de 13 t/ha (ver tabla 2.5).

Tabla 2.5*Rendimiento por hectárea*

Rendimiento por hectárea (ton/ha)	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
Ton de paltas cosechadas	76,5	78,1	2,09%	81	-2,9
N° de hectáreas del terreno	6	6	-	6	-
(ton de paltas cosechadas)/(N° de has del terreno)	12,75	13,02	2,09%	13,5	-0,48

- Crianza de cuyes - Tasa de mortalidad (%).- En la tabla 2.6 se muestra la tasa de mortalidad como un indicador importante; puesto que cada cuy padre o madre perdido significa una disminución en el número de partos al año. La meta planteada en el 2018 fue lograr una tasa de mortalidad menor al 5%; sin embargo, no se consiguió, ya que la tasa fue de 8,96%. Asimismo, la cantidad de cuyes muertos registró un aumento drástico del 24%.

Tabla 2.6*Tasa de mortalidad*

Tasa de mortalidad (% cuyes muertos)	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
Cantidad de cuyes muertos durante el año	1 067	1 320	24%	650	-670
Cantidad total de cuyes criados al año	11 204	14 732	12%	14 000	732
(N° de cuyes muertos)/(N° de cuyes promedio)	9,52%	8,96%	9,63%	4,64%	-4,32%

- Producción de compost - Porcentaje de compost producido sobre el compost requerido.- Este indicador es importante, puesto que nos muestra el aporte que tiene la actividad de producción de compost en el cultivo. En el año 2018, el compost producido apenas representó el 3,57% del compost requerido y no se alcanzó la meta propuesta (ver tabla 2.7).

Tabla 2.7*Porcentaje de compost producido sobre compost requerido*

Porcentaje de compost producido sobre el compost requerido	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
Compost producido (kg)	5 400	6 250	15,74%	8 000	-1750
Compost requerido (kg)	175 000	175 000	-	175 000	-
(kg de compost producido)/(kg de compost requerido)	3,09%	3,57%	15,74%	4,57%	1%

2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora

De acuerdo a la descripción de las actividades clave y sus indicadores se observan las siguientes oportunidades de mejora:

- Mejora en el rendimiento del cultivo de palta hass.- El rendimiento del cultivo de palta hass es de 13 t/ha; sin embargo, la meta planteada fue de 13,5 t/ha. Esto representa un bajo rendimiento, ya que en los primeros años el rendimiento aumentaba 5% anual y en el último año este incremento se redujo a 2%. Además, el rendimiento óptimo en la sierra es de 20 ton/ha. Un aumento en el rendimiento significaría mayores ingresos al fundo, puesto que la venta total de la producción está asegurada gracias a las alianzas estratégicas que se tienen con las agroexportadoras.
- Mejora en la tasa de mortalidad de cuyes.- La tasa de mortalidad de cuyes es de 8,96%, lo cual representa el doble respecto a la meta planteada (4,64%). Una mejora en este indicador se enfocaría en la reducción de muertes, ya que al tener una mayor cantidad de cuyes padre o madre aumentaría la cantidad de partos al año, lo que significa una mayor oferta de cuyes al mercado, en consecuencia, mayores ingresos.
- Mejora en el porcentaje de compost producido sobre el compost requerido.- El porcentaje que representa el compost producido en el fundo sobre el requerido es de apenas 3.57% y la meta planteada fue de 4.57%. Una mejora en este indicador ayudaría con la reducción de costos en la compra de compost para el abonamiento.

2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.

Como se muestra en la tabla 2.8 se evaluó las fortalezas y debilidades del cultivo y comercialización de palta.

Tabla 2.8

Fortalezas y debilidades del cultivo y comercialización de palta

	Fortalezas	Debilidades
Cultivo y comercialización de palta	Cuenta como socio estratégico a Camet Trading (una de las más grandes agroexportadoras de la zona)	Uso excesivo de fertilizantes químicos para potenciar el rendimiento
	Certificación fitosanitaria del lote de producción de palta otorgado por SENASA.	Uso del obsoleto sistema de riego por gravedad
	Amplio terreno para el cultivo de paltas (6 hectáreas)	Escaso uso de tecnología para incrementar la producción de palta y mejorar la calidad.
	Plan de contingencia en caso haya escasez de agua	Falta de planes de contingencia ante nuevas enfermedades
	Producción de palta en época de escasez para el mundo	Falta de personal especializado en el cultivo de palta has

En la tabla 2.9 se presentan las fortalezas y debilidades respecto a la crianza y comercialización de cuy.

Tabla 2.9

Fortalezas y debilidades de la crianza y comercialización de cuy

	Fortalezas	Debilidades
Crianza y comercialización de cuy	Excelente infraestructura (galpones) para la crianza de los cuyes	Falta de ambiente adecuado para el almacenamiento de forraje
	Relación estrecha con los proveedores clave de alimentos para asegurar su disponibilidad	Alta tasa de mortalidad de los cuyes
	Gran número de contactos en las regiones de Ica, Huancavelica y Ayacucho para la venta de cuyes	Falta de espacio para la constante propagación de cuyes
	Adecuada y constante clasificación de los cuyes para evitar muertes por peleas o contagio de enfermedades	Recipientes de metal mal ubicados (provocan enganches) Falta de limpieza o camillas de forraje en algunos corrales

La tabla 2.10 describe las fortalezas y debilidades que tiene la actividad de producción y comercialización de compost.

Tabla 2.10*Fortalezas y debilidades de la producción y comercialización de compost*

	Fortalezas	Debilidades
Producción y comercialización de compost y guano	Uso de compost para cultivos menores	Desconocimiento por parte de los trabajadores de los beneficios del aprovechamiento del abono del cuy
	Clientes fijos para la venta de compost	Utilización de insumos químicos para la preparación de compost
	Recicla parte de los desperdicios	Baja producción de compost

2.2.7 Selección del sistema o proceso a mejorar

Para la selección de la actividad a mejorar se aplicó el método Ranking de Factores, para lo cual se utilizaron 3 factores de selección: el impacto en la rentabilidad, el nivel de apoyo de los dueños y el nivel impacto ambiental generado (ver tabla 2.11).

Se escogió el nivel de participación en los ingresos, puesto que de estos ingresos depende que el fundo siga generando rentabilidad. También se tomó en consideración el nivel del impacto ambiental generado por cada actividad, debido a que el éxito de las actividades depende de una buena calidad de suelo, aire y agua en el entorno. Finalmente, se escogió el nivel de apoyo de los dueños del fundo, ya que ellos costearán la mejora y son los que tienen mayor conocimiento de la dinámica de las actividades. El peso de cada factor se muestra en la tabla 2.12.

Tabla 2.11*Factores*

A	Nivel de participación en los ingresos
B	Nivel de apoyo de los dueños
C	Impacto ambiental

Tabla 2.12*Matriz de enfrentamiento*

	A	B	C	Total	Peso
A	0	3	3	6	67%
B	0	0	1	1	11%
C	1	1	0	2	22%
TOTAL				9	

Se elaboró una matriz de enfrentamiento, según los factores propuestos para obtener el peso de cada uno. Para el cálculo se hizo uso de los valores mostrados en la tabla 2.13.

Tabla 2.13

Criterios

Criterio	Valor
Importancia menor	0
Igual importancia	1
Mayor importancia	3

Con el peso de los factores obtenidos en la tabla 2.12, y los niveles de calificación mostrados en la tabla 2.15 se procedió a evaluar cada actividad. Se obtuvo como resultado un mayor puntaje en la actividad del cultivo de paltas, por lo tanto, fue seleccionada para aplicar la mejora (ver tabla 2.14).

Tabla 2.14

Selección de alternativas (Ranking de factores)

	Cultivo de palta			Crianza de cuy		Comercialización de guano y compost	
	Peso	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
A	67%	6,00	4,00	4,00	2,67	2,00	1,33
B	11%	6,00	0,67	6,00	0,67	4,00	0,44
C	22%	6,00	1,33	4,00	0,89	4,00	0,89
			6,00		4,22		2,67

Tabla 2.15

Niveles de calificación

Nivel de calificación	Valor
Bajo	2
Medio	4
Alto	6

La actividad seleccionada posee un aporte significativo en los ingresos del fundo, tiene el apoyo de los dueños y oportunidades de mejora en el impacto ambiental.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.

3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

El proceso objeto de estudio es el cultivo de palta hass, para lograr un producto de calidad se debe realizar un análisis de calidad del suelo en laboratorios especializados como Valle Grande, La Molina SGS o SGQ cada 2 años para saber qué nutrientes tiene y cuáles le faltan, de esta manera en el abonamiento se coloca una mayor carga de esos nutrientes. El costo varía entre los 200 y 250 dólares.

El fundo tiene alrededor de 3500 plantas distribuidas en 6 hectáreas. El distanciamiento es de 4 a 5 mts de las plantas que conforman una hilera, entre hileras la distancia también varía de 4 a 5 mts. Durante el tiempo previo a la cosecha se controlan las plagas, se echa fertilizante, se limpia de las malezas y se riega. Se utilizan fertilizantes químicos como urea, nitrato de amonio, entre otros, con cargas de 1 kg por planta y se realiza esta actividad dos veces al año. Por otro lado, el abonamiento se realiza de 4 a 5 veces por año con una carga aproximada de 10 kg por planta.

El sistema de riego utilizado es el riego por gravedad, el inconveniente de este método de riego es que se pierde agua conforme recorre el canal ya que se combina con la tierra, además si un palto se encuentra enfermo puede contagiarse fácilmente a los demás, puesto que el agua fluye a través de la base de todos los paltos.

En la época de cosecha se debe prevenir la propagación de enfermedades pertenecientes a otros fundos mediante las tijeras de podar. Por ello, se debe supervisar con detenimiento esta actividad, aunque lo realicen terceros. Además de la desinfección de las tijeras, se debe cicatrizar las ramas con cobre y echar el respectivo fungicida. Después de la poda los paltos se deben seguir manteniendo alejados de la maleza, con la cantidad de agua adecuada y los nutrientes más apropiados, de acuerdo al análisis de suelo y el plan de abonamiento anual.

3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

El promedio de paltas por planta es un indicador importante para saber el promedio de fruto en kg que rinde cada planta. El rendimiento de un palto en particular se compara con este indicador para saber si la planta tiene un rendimiento que se encuentra dentro del promedio o si presenta alguna variación. Durante el año 2018, el promedio en kg de palta obtenida por planta fue de 22,32; sin embargo, la meta fue de 23,14 kg (ver tabla 3.1).

Tabla 3.1

Promedio de paltas por planta

Promedio de paltas por planta (kg/planta)	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
Kg de fruta extraída	76 503	78 104	2.09%	81 000	-20 300
N° de plantas	3 500	3 500	0%	3 500	-
(kg de fruta total extraída)/(N° de plantas)	21,86	22,32	2,09%	23,14	5,80

La tabla 3.2 presenta el indicador del promedio en kg de paltas malogradas por planta, puesto que te ayuda a calcular las ventas perdidas. Además, con el promedio de paltas malogradas por planta, se puede determinar si el palto tiene alguna enfermedad. La meta no se logró, ya que se quería disminuir a 0.03 kg de kilogramos de palta malograda por planta; sin embargo, la cantidad de paltas malogradas aumentó en un 67%, lo que significó un aumento en el promedio a 0.18 kg/planta.

Tabla 3.2

Promedio en kg de paltas malogradas por planta

Promedio de paltas malogradas por planta (kg/planta)	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
kg de paltas malogradas	378	630	67%	100	530
N° de plantas	3 500	3 500	0%	3 500	-
(kg de paltas malogradas) / (N° de plantas)	0.11	0.18	67%	0.03	0.18

En la tabla 3.3 se muestra el promedio de paltos enfermos por hectárea que aumentó de 15 a 23 en el 2018. Este indicador es importante ya que ayuda a determinar la hectárea con la mayor concentración de paltos enfermos, con el objetivo de implementar una acción correctiva para evitar la pérdida de la planta.

Tabla 3.3

Promedio de paltos enfermos por hectárea

Promedio de paltos enfermos por hectárea	2017	2018	Variación	Meta (2018)	Brecha
N° de paltos enfermos	94	138	46.81%	40	-98
N° de hectáreas	6	6	-	6	-
(N° de paltos enfermos) / (N° de hectáreas)	15	23	46.81%	7	16

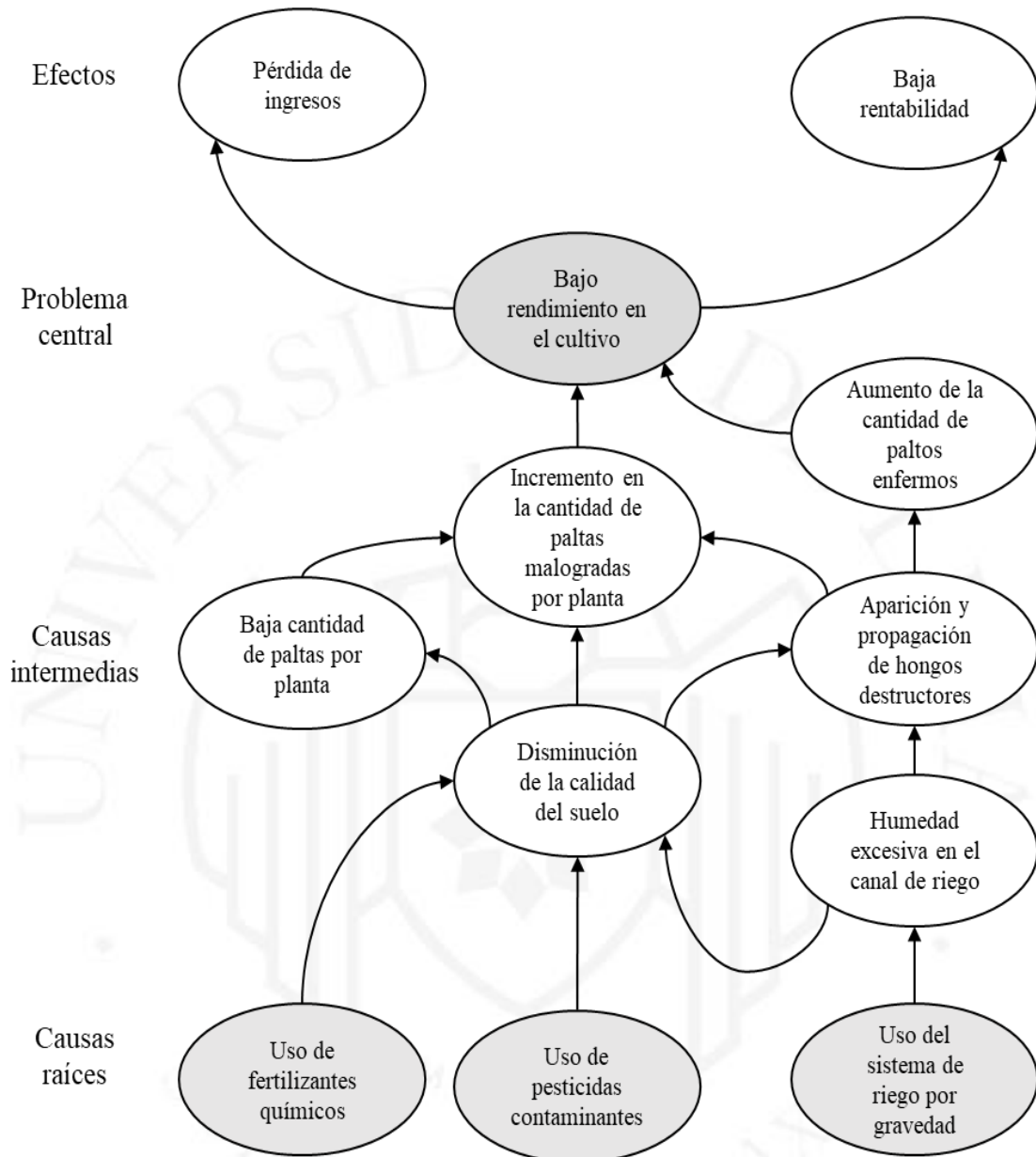
3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

De acuerdo al capítulo anterior, se eligió como actividad clave de estudio al cultivo de paltas teniendo como problema principal el bajo rendimiento. Para determinar las causas raíces del problema, se desarrolló el árbol de problemas como se observa en la figura 3.1 donde muestra los efectos que tiene como la pérdida de ingresos y baja rentabilidad.

Además, el árbol presenta las causas intermedias como el incremento en la cantidad de paltas malogradas por planta -indicador que aumenta cuando la cantidad total de paltas por planta decrece- y el aumento en la cantidad de paltos enfermos; por otro lado, estas causas tienen un origen común: la disminución de la calidad del suelo y las enfermedades producidas por hongos. Se hallaron como causas raíces que la primera se debe al uso de pesticidas y fertilizantes químicos, y lo segundo se debe a la humedad excesiva en los canales de riego, debido al uso del obsoleto sistema de riego por gravedad, el cual está constituido por zanjas donde pasa el agua de riego trasladando el agua proveniente de paltos enfermos y contagiando a los sanos.

Figura 3.1

Diagrama de árbol de problemas, causas y efectos



Con respecto a las enfermedades aparecidas por hongos, el análisis microbiológico de raíces y ramas (Ver anexo 3) realizado al fundo determinó la presencia de hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora cinnamomi*, que causan la muerte progresiva de la planta. Se recomendó evitar las acumulaciones de agua o exceso de humedad a las raíces de las plantas para evitar que estas se pudran y el hongo pueda proliferar, una elevación en la carga de abonos orgánicos como el compost para mejorar la aeración del suelo y el uso de un hongo antagonista como el *Trichoderma* sp.

En el anexo 4 se encuentra el análisis microbiológico realizado al suelo, hojas y frutos. Se encontró presencia del hongo *Lasioidiplodia*, el cual, según dicho análisis, genera la enfermedad “muerte progresiva del palto” (causa: incremento de paltos enfermos), además se menciona que si la enfermedad avanza puede llegar a atacar a los frutos (causa: incremento de paltas malogradas). El análisis recomienda evitar la humedad excesiva en los canales de riego y recalca que una buena nutrición ayudará a sobrevivir a las plantas enfermas y las hará menos propensas a ser atacadas por este tipo de hongos.

Con respecto a la baja calidad del suelo, (Álvarez, Steinbach, Álvarez, Salas, & Grigera, 2002) sostienen que la calidad del suelo se mide mediante el porcentaje de materia orgánica (> 4%), el pH y nutrientes como el nitrato, fósforo, potasio, calcio, hierro, boro, sodio, etc. Asimismo, sostiene que los pesticidas disminuyen la calidad del suelo, ya que, además de afectar en las concentraciones de nutrientes, atacan principalmente el contenido de la masa microbiana, lo cual provoca una disminución en el porcentaje de materia orgánica. Esto trae como consecuencias un menor y menos estable suministro de nutrientes a las raíces, ya que la materia orgánica humidifica y provee una gran concentración de nitrógeno que ayuda en la nutrición del cultivo y la fertilidad de los suelos (Troya Jimenez, 2018).

En el fundo se utiliza el pesticida denominado Amabectina, debido a que es el único pesticida permitido para su uso en paltas de exportación y es un potente acaricida. De acuerdo con el (Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas, 2020), el pesticida tiene poca movilidad en el suelo y su persistencia está entre mediana a persistente. En otras palabras, se ata fuertemente al suelo, lo que impide que los microorganismos buenos se reproduzcan; la carga microbiana se reduce, por ende, disminuye la carga orgánica del suelo. Para evitar eso se recomienda que la carga microbiana sea abundante de manera que este pesticida se degrade rápidamente. (Agrolac Andina, 2017)

Además del uso de pesticidas, el otro elemento que afecta la calidad del suelo es el uso de fertilizantes químicos. A largo plazo, el uso de fertilizantes químicos afecta los suelos y la productividad de los cultivos, puesto que provoca un desbalance en el pH y la concentración de materia orgánica. (Ozlu & Kumar, 2018)

(Ozlu & Kumar, 2018) concluye que, “a diferencia de los fertilizantes orgánicos, los fertilizantes químicos disminuyen el pH (acidifican el suelo), debido a que estos favorecen la absorción de los cationes básicos como el Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{2+} , y liberan hidrógeno, lo cual provoca acidez”. Según (Castellanos, 2014), esto se da mayormente cuando se usan fertilizantes nitrogenados de reacción ácida como la urea y el nitrato de amonio, que son los fertilizantes químicos que más usa el fundo. Asimismo, menciona que el uso continuo de fertilizantes químicos disminuye el porcentaje de materia orgánica, ya que al contener componentes como el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico dañan a los microorganismos, los cuales están relacionados directamente con la fluidez y disponibilidad de nutrientes en el sustrato, además aportan al control de organismos patógenos.

De acuerdo al reporte de análisis de suelos (Ver anexo 5), se observa que el pH del suelo es ácido y se encuentra cercano al límite inferior de lo óptimo para el cultivo de palta hass, y el porcentaje de materia orgánica es bajo. En cuanto a los macronutrientes y micronutrientes las cantidades están dentro del rango, cercanos a los límites inferiores. Para evitar que siga disminuyendo el pH y aumentar el porcentaje de materia orgánica es necesario reducir la carga de fertilizante químico y aprovechar los fertilizantes orgánicos, los cuales de acuerdo a (Ozlu & Kumar, 2018) mantienen el pH del suelo y aumentan la materia orgánica hasta en un 25% en comparación a los fertilizantes químicos.

Después de analizar el árbol de problemas se propone la aplicación de una mejora a la actividad del cultivo, gracias a la búsqueda de productos orgánicos con propiedades potenciadoras del suelo y que a su vez poseen propiedades fungicidas para reducir el uso de fertilizantes químicos y pesticidas. Se evaluará también una propuesta tecnológica en el sistema de riego y abonamiento que irá relacionado con la disposición o aprovechamiento de residuos del fundo, que contribuirán a que la actividad agrícola sea más eficiente.

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1 Planteamiento de alternativas de solución

En la tabla 4.1 se detalla las causas raíces con sus respectivas alternativas de solución.

Tabla 4.1

Alternativas de solución

Causa raíz	Alternativas de solución
Uso de fertilizantes químicos	<ul style="list-style-type: none">- Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos y la obtención de bioabonos fortificados (biol y biosol) para reducir la carga de fertilizante.- Programa de manejo de suelo integral (Análisis del suelo y compra de fertilizantes necesarios en la proporción adecuada para reforzar los nutrientes faltantes)
Uso de pesticidas contaminantes	<ul style="list-style-type: none">- Implementación de un biodigestor para la obtención de biol que será reforzado con hongos enemigos naturales de los hongos destructores.
Uso del sistema de riego por gravedad	<ul style="list-style-type: none">- Uso de pesticidas ecológicos y productos biorracionales.- Implementación del sistema de riego tecnificado con piscinas de geomembrana para almacenar el agua de riego y realizar mezclas con abono líquido.- Plan de riego para asegurar la cantidad de agua adecuada para las plantas y evitar el empozamiento que provoca la aparición de hongos.

4.2 Elección de alternativas de solución

4.2.1 Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Los criterios escogidos para la selección de alternativas de solución se definieron de acuerdo a las recomendaciones de los dueños del fundo. Se escogió la reducción de costos aproximada (ver tabla 4.2), la inversión que se realizará (ver tabla 4.3), el tiempo de implementación (ver tabla 4.4), la mejora tecnológica en la actividad (ver tabla 4.5) y la reducción del impacto ambiental negativo (ver tabla 4.6).

Tabla 4.2*Reducción de costos aproximado (\$)*

Reducción de costos	Puntaje
0-500	10
501-1 000	30
1 001 a más	50

Tabla 4.3*Inversión (\$)*

Inversión	Puntaje
0-500	50
501-1000	30
1001 a más	10

Tabla 4.4*Tiempo de implementación (días)*

Tiempo de implementación	Puntaje
0-30	50
31-90	30
91 a más	10

Tabla 4.5*Mejora tecnológica en la actividad*

Mejora tecnológica	Puntaje
Alta	50
Media	30
Baja	10

Tabla 4.6*Reducción del impacto ambiental negativo*

Reducción del impacto ambiental negativo	Puntaje
Alta	50
Media	30
Baja	10

Se realizó una matriz de enfrentamiento entre los criterios para priorizar los que tendrán mayor importancia en la decisión de cuál propuesta de solución se debe implementar (ver tabla 4.7).

Tabla 4.7

Matriz de enfrentamiento según los criterios

	Reducción de costos	Inversión	Tiempo de implementación	Mejora tecnológica	Reducción del impacto ambiental	Conteo	Porcentaje
Reducción de costos	-	1	3	3	3	10	41.67%
Inversión	1	-	3	1	1	6	25.00%
Tiempo de implementación	0	0	-	1	1	2	8.33%
Mejora tecnológica	0	1	1	-	1	3	12.50%
Reducción del impacto ambiental	0	1	1	1	-	3	12.50%

El criterio más importante es el de reducción de costos con un 41.67%, ya que de acuerdo al propietario del fundo es lo que va a demostrar la efectividad de la mejora. El segundo en importancia es la inversión con un 25%, ya que a pesar de que el fundo planea invertir más de 20 000\$ en mejoras, probablemente necesita inversión adicional para mantenerlas y supervisarlas. Los terceros en importancia son la mejora tecnológica y la reducción del impacto ambiental, ambos criterios ayudan a desprenderse de una agricultura de subsistencia y pasar a un mayor nivel competitivo, por lo que se decidió darles igual prioridad. El último en importancia es el tiempo de implementación con un 8.33%, ya que el dueño del fundo sostiene que independientemente de cuánto tiempo tome realizar la mejora, lo primordial es que sea efectiva en los demás criterios. Por otro lado, el tiempo máximo de implementación entre todas las soluciones propuestas es 2 meses.

4.2.2 Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución

En la tabla 4.8 se evalúa cualitativamente las alternativas de solución de cada causa raíz hallada en el capítulo anterior.

Tabla 4.8

Tabla de alternativas de soluciones

Causa Raíz	Alternativas de solución	Reducción de costos		Inversión estimada		Tiempo de implementación estimado		Mejora tecnológica		Reducción del impacto ambiental		Total	
		Ptj	Calif.	Ptj	Calif.	Ptj	Calif.	Ptj	Calif.	Ptj	Calif.	T. Pond.	% T. P.
Uso de fertilizantes químicos	Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos y la obtención de bioaonos fortificados (biol y biosol) para reducir la carga de fertilizante.	50	0,42	10	0,25	30	0,08	50	0,13	50	0,13	38	7,2%
	Programa integral de manejo de suelo	30	0,42	30	0,25	50	0,08	10	0,13	10	0,13	27	5,0%
Uso de pesticidas contaminantes	Implementación de un biodigestor para la obtención de biol reforzado con hongos enemigos naturales de los hongos destructores.	50	0,42	10	0,25	30	0,08	50	0,13	50	0,13	38	7,2%
	Uso de pesticidas ecológicos y productos biorracionales	10	0,42	30	0,25	50	0,08	10	0,13	50	0,13	23	4,4%
Uso del sistema de riego por gravedad	Implementación del sistema de riego tecnificado con piscinas de geomembrana para almacenar el agua de riego y realizar mezclas con abono líquido.	30	0,42	10	0,25	30	0,08	50	0,13	50	0,13	30	5,7%
	Plan de riego para asegurar la cantidad adecuada de agua para las plantas y evitar el empozamiento	10	0,42	50	0,25	50	0,08	10	0,13	30	0,13	26	4,9%
												529	

4.2.3 Priorización de soluciones seleccionadas

Se escogieron las alternativas de solución que tenían mayor total ponderado para cada causa raíz para continuar con el despliegue de cada una de ellas en el siguiente capítulo (ver tabla 4.9).

Tabla 4.9

Soluciones seleccionadas

Causa Raíz	Alternativas de solución	Total Pond.	% T. P.
Uso de fertilizantes químicos	Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos y la obtención de bioaonos fortificados (biol y biosol) para reducir la carga de fertilizante.	38	7,2%
Uso de pesticidas contaminantes	Implementación de un biodigestor para la obtención de biol reforzado con hongos enemigos naturales de los hongos destructores.	38	7,2%
Uso del sistema de riego por gravedad	Implementación del sistema de riego tecnificado con piscinas de geomembrana para almacenar el agua de riego y realizar mezclas con abono líquido.	30	5,7%
Total		529	

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1 Ingeniería de la solución

5.1.1 Definición de soluciones

- Solución 1.- Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos y la obtención de bioabonos fortificados (biol y biosol) enriquecido con nutrientes faltantes derivados de un análisis del suelo.

Se plantea la construcción de un biodigestor para la obtención de biol reforzado con nutrientes y biosol. Se realizará una evaluación para elegir el tipo de biodigestor más conveniente según las condiciones del fundo. Se tomará en cuenta criterios como la capacidad, el tiempo de biodegradación, facilidad de mantenimiento y reparaciones, proporción de la carga, etc. Además, se llevará a cabo un análisis de suelo para tener conocimiento de la carencia de nutrientes de manera que dichos nutrientes puedan ser agregados al biol para obtener un bioabono líquido fortificado.

- Solución 2.- Implementación de un biodigestor para la obtención de biol reforzado con hongos enemigos naturales de los hongos destructores.

Se plantea la construcción un biodigestor para la obtención de biol al cual se le añadirá hongos o enzimas que puedan ayudar a reducir la contaminación de suelo y planta por el uso de pesticidas químicos. Se realizará una evaluación para elegir el tipo de biodigestor más conveniente según las condiciones del fundo. Se tomará en cuenta criterios como el tiempo de biodegradación, facilidad de mantenimiento y reparaciones, proporción de la carga, etc. Se elegirán las enzimas u hongos (enemigos naturales de los hongos destructores) de acuerdo al historial de hongos encontrados en las raíces para evitar el uso de pesticidas y en caso sea necesario el uso de los mismos se plantea la utilización de enzimas que los degraden.

- Solución 3.- Implementación de sistema de riego tecnificado (fertirriego) con piscinas de geomembrana.

Se plantea implementar un sistema de riego tecnificado por goteo en las seis hectáreas de terreno correspondiente al cultivo de paltas Hass. Se realizará una evaluación para elegir el sistema de riego más adecuado utilizando criterios como inversión, tiempo de implementación y opinión de expertos.

Esta solución incluirá la construcción de piscinas revestidas con geomembrana para almacenar el agua destinada a riego, a la cual se le podrá adicionar bioabono líquido reforzado con nutrientes y enzimas de acuerdo con un estudio de suelo. Esta solución puede complementar el sistema de riego tecnificado que se utilizará, ya que la mezcla de agua y biol almacenada podría correr por los canales del sistema de fertirriego.

5.1.2 Integración de soluciones

Las soluciones 1 y 2 contemplan la instalación de biodigestores para fines distintos (obtención de bioabonos reforzados con nutrientes y biol con hongos beneficiosos añadidos). De la biodigestión se obtendrán los bioabonos y para mejorarlos se necesitarán procesos complementarios. El sistema de fertirriego y las piscinas de geomembrana también se encuentra relacionada, puesto que las piscinas servirán para la mezcla de biol y agua de riego. El agua mezclada con este bioabono recorrerá por las tuberías del sistema de riego para facilitar su aplicación al cultivo. Dichas soluciones se consolidarán en una sola, denominada “Instalación de un biodigestor y un sistema de fertirriego para la obtención de bioabonos mejorados con procesos complementarios y su aplicación en el cultivo”.

5.1.3 Desarrollo de la solución

- Sistema de riego.- Para la instalación de un sistema de riego se evaluó dos opciones:

Riego por goteo.

Consiste en la aplicación de agua en forma lenta y localizada a la planta (ver figura 5.1). Es decir, el agua cae sólo en el lugar que es necesario.

Figura 5.1

Riego por goteo



Nota. De “Ventajas y desventajas del riego por goteo” por Comunicación Gardeneas, 2016 (<https://gardeneas.com/ventajas-del-riego-por-goteo-y-desventajas/>)

Riego por aspersión

El agua llega a las plantas en forma de lluvia localizada y tiene una distribución homogénea sobre el terreno (ver figura 5.2).

Figura 5.2

Riego por aspersión



Nota. De “Foto de archivo-Riego por aspersión césped” por 123RF, 2017 (https://es.123rf.com/photo_25392917_riego-por-aspersi%C3%B3n-c%C3%A9sped.html)

Comparación de ventajas y desventajas

A continuación, se presenta una evaluación de ventajas (ver tabla 5.1) y desventajas (ver tabla 5.2) de riego por goteo y aspersión.

Tabla 5.1*Evaluación de ventajas de riego por goteo y aspersión*

Ventajas	
Riego por goteo	Riego por aspersión
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce el desperdicio de agua en un 60% y puede ser llevada a laderas o quebradas. • Facilita la administración de nutrientes necesarios y fertilizantes solubles para mejorar el rendimiento del cultivo. • Reduce las plagas, llegando el agua directamente a las raíces, sin necesidad de mojar la planta. • Apto para cualquier tipo de terreno • Mejora la productividad y calidad, ya que el riego es directo y controlado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza en regiones que se encuentren cerca de ríos, lagos, o lagunas. • Limita el daño a las raíces • Aleja las sales perjudiciales de las raíces. • Apto para terrenos irregulares (desnivel y pendientes) • Fácil de detectar alguna falla en comparación al sistema por goteo • Duplica el área para regar

Nota. Los datos de ventajas de Riego por goteo son de Comunicación Gardeneas (2016) y los datos de ventajas de Riego por aspersión son de Muñoz (2016)

Tabla 5.2*Evaluación de desventajas del riego por goteo y aspersión*

Desventajas	
Riego por goteo	Riego por aspersión
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor inversión en comparación con otros sistemas de riego. • Posible taponamiento de los goteros, ya sea por la mala calidad del gotero o las sales que contiene el agua. • Elevado costo de mantenimiento. • Mayor preparación técnica del agricultor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor control fertilizante a aplicar. • Se usa más para el riego de hortalizas y jardines. • El consumo de agua es mayor que el sistema de riego por goteo. • Alta inversión inicial, más cara que los goteros.

Nota. Los datos de desventajas de Riego por goteo son de Comunicación Gardeneas (2016) y los datos de desventajas de Riego por aspersión son de Muñoz (2016)

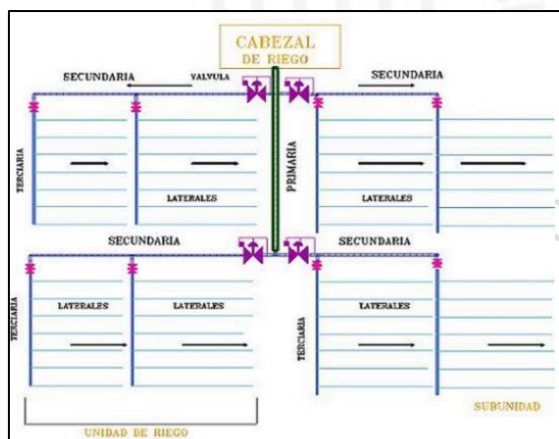
Según las comparaciones realizadas, el sistema de riego por goteo es el más conveniente para el fundo puesto que brinda facilidad para movilizar el biol que contará con los nutrientes necesarios para que el cultivo tenga un rendimiento eficiente. Asimismo, ayudará a reducir el uso del agua que se obtendrá de las piscinas de geo membranas donde se realizará las mezclas con el biol. Esta mezcla llegará directamente a las raíces lo que permitirá la reducción de plagas.

Los componentes de un sistema de riego son los siguientes:

1. Fuente de agua: Para realizar el riego el agua será captada del río o de los reservorios de geomembrana.
2. Bomba de riego: El grupo de bombeo, además de la bomba de agua comprende la tubería de aspiración que va desde la fuente hasta la tubería de impulsión que se encuentra a la salida de la bomba.
3. Cabezal de la instalación: Está dividido en distintos componentes, dentro de los cuales se encuentran los filtros, la fertirrigación, válvulas de control y válvulas de seguridad.
4. Red de distribución de tuberías: Lo conforman las líneas principales y secundarias de distribución, que usualmente son enterradas. Por otro lado, se tiene las líneas terciarias del cual se desprenden los laterales de riego que se encuentran en hileras sobre el terreno. Se recomienda usar los laterales de pared gruesa ya que se usa comúnmente para cultivos de duración mayor a un año (ver figura 5.3).

Figura 5.3

Red de distribución de tuberías



Nota. De "Sistema de riego en el cultivo de palto" por D. Ascencios Templo, 2012 (<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/031-c-palto.pdf>).

5. Emisores o goteros: Elementos encargados de verter el agua sobre el suelo en forma de gotas, y están ubicados a una cierta distancia uno de otros. En este caso se utilizará el emisor auto compensado debido a que mantiene el mismo caudal a pesar que exista una variación en la presión,

se usa mayormente en terrenos ondulados, con pendientes pronunciadas y para longitudes extensas (ver figura 5.4).

Figura 5.4

Tipos de emisores o goteros



Nota. De “Cálculo de una instalación de riego por goteo” por Ingemecánica: Ingeniería, Consultoría y Formación, 2017 (<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>).

Instalación de un sistema de riego por goteo

- Se colocarán alrededor de 8 o 10 goteros por árbol.
- Se aplicará 52.27 litros/ día a 3500 plantas.

En la figura 5.5 se observa un sistema de riego por goteo para cultivo de vid y granada:

Figura 5.5

Instalación de sistema de riego por goteo



Nota. De “Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivo de vid y granada para el fundo Almudena en el distrito de salas provincia y departamento de Ica” por P. A. Villacorta Ríos, 2017 (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3419/villacorta-rios-patricia-angelica.pdf?sequence=3&isAllowed=y>).

Donde:

1	Equipo de bombeo	6	Válvulas de aire
2	Equipo de filtrado	7	Válvulas de riego
3	Válvula medidora de caudal	8	Tubería secundaria
4	Sistema de fertilización	9	Tubería terciaria
5	Tubería primaria	10	Laterales de riego

Piscina de Geomembrana

Se construirá 3 piscinas revestidas de geomembranas de 63 m³ cada una, donde se realizará la mezcla con el biol que transcurrirá por las tuberías de 120 mm a una caseta de filtrado. Se aprovechará el desnivel del terreno para el traslado y el sistema de bombeo para que se distribuya en las 6 ha del cultivo. Esta piscina será de utilidad para realizar las mezclas de agua y biol, que serán distribuidas a todo el cultivo a través de las tuberías del sistema de fertirriego (ver figura 5.6).

Figura 5.6

Geo membranas de polietileno



Nota. De “Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivo de vid y granada para el fundo Almudena en el distrito de salas provincia y departamento de Ica” por P. A. Villacorta Ríos, 2017 (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3419/villacorta-rios-patricia-angelica.pdf?sequence=3&isAllowed=y>).

Los materiales que se usarán para la instalación son los siguientes: bolsa de geomembrana, malla electrosoldada, postes de tubo galvanizado, componentes de control de nivel y sistema, dispositivo de drenaje, válvula de drenaje directo. (TILAPIACENTER, 2014)

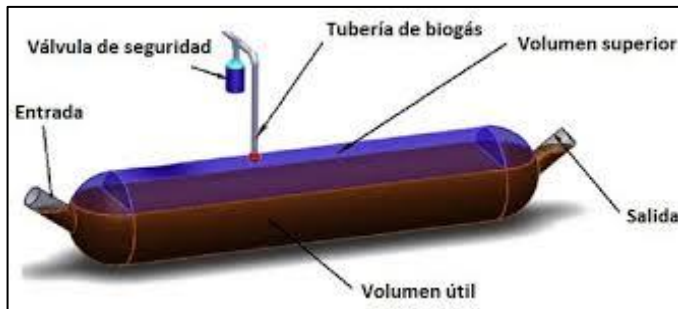
- Biodigestor.- Para el desarrollo de la solución se procederá a escoger, primero, el tipo de biodigestor a utilizar. Los tipos de biodigestor pequeños (no industriales) más conocidos son el de tipo domo fijo o “Chino” y el biodigestor de estructura flexible o “Tubular”.

Biodigestor tubular

Es un biodigestor cuya estructura es una manga hermética cerrada de forma cilíndrica, fabricada en material de geomembrana de PVC con protección a los rayos solares UV, impermeable al agua y de baja permeabilidad a los gases (ver figura 5.7). (CARE PERU, 2016)

Figura 5.7

Biodigestor tubular



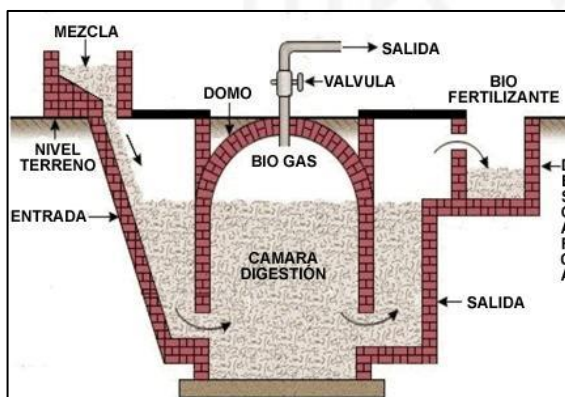
Nota. De “Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura” por R. S. García Zavaleta, et al. 2017 (http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Garcia-Rafael_biodigestor.pdf).

Biodigestor chino

Es un reactor cuya estructura consiste en una cámara hermética construida con ladrillos, piedra u hormigón. La cima y los fondos son hemisféricos y se unen por lados rectos (ver figura 5.8). (Almanza Mamani, 2011)

Figura 5.8

Biodigestor Chino



Nota. De “Tipos de biodigestores y sus diseños” por L. Guerrero, 2019 (<https://www.aboutspanol.com/tipos-de-biodigestores-y-sus-disenos-3417696>).

Para escoger el tipo de biodigestor a utilizar se tendrán en cuenta los siguientes factores:

Inversión aproximada

Es importante tener en cuenta la inversión en este tipo de proyectos, ya que al final del presente trabajo de investigación se hará un análisis costo-beneficio.

Tiempo de digestión o retención

El tiempo de digestión varía de acuerdo a la temperatura dentro de la cámara del biodigestor. A temperaturas entre 32° y 38°C el proceso de digestión y conversión de biomasa es más rápido. La producción de biogás se duplica cada 10°C de aumento de temperatura en el rango 15-35°C. (Poggio, Ferrer, Batet, & Velo, 2009)

El clima de la zona donde se instalará el mismo, también influye en dicha temperatura, por lo que es necesario un acondicionamiento para mantenerla adecuada, además de escoger al tipo de biodigestor más apropiado para mantener alta la temperatura de digestión a pesar del clima de Huachacmarán.

El fundo se encuentra cercano al lugar San Juan de Yanac, la temperatura máxima en dicha zona varía entre los 15° y 28°C (SENAMHI) en los meses más calurosos (noviembre hasta mayo) y entre los 10° y 21°C en los meses más fríos (junio-octubre). El fundo se encuentra en una quebrada a dos horas de Chincha (1951 m s.n.m), por lo que el clima no es propio al de las grandes alturas presentes en Huancavelica.

En biodigestores sin sistema de calefacción depende de la temperatura ambiente, la cual en el caso de la quebrada está cercana al óptimo solo en sus meses más calurosos. En los meses donde la temperatura puede llegar a descender hasta los 10°C se sigue produciendo biogás, pero de manera más lenta. A temperaturas inferiores a 5°C las bacterias quedan dormidas. (Martí Gorrero, 2008)

Según (Martí Gorrero, 2008), el tiempo de retención es la duración del proceso de digestión anaerobia; es decir el tiempo que requieren las bacterias para digerir el lodo y producir el biogás. A menor temperatura se requerirá un mayor tiempo de digestión. La tabla 5.3 mostrará el tiempo de retención de acuerdo a la temperatura de la zona geográfica.

Tabla 5.3*Temperatura de trabajo por región*

Identificación de ecorregiones según temperatura ambiente y altura			
Región	Temperatura ambiente	Temperatura de trabajo	Altura sobre el nivel del mar
Altiplano	-12 a 20°C	6 - 10°C (con invernadero)	2900 - 4500
Valle	5 - 30°C	15-20°C	1800 - 2900
Trópico	13 - 38°C	25 - 30°C	0 - 1800

Nota. Adaptado de *Identificación de ecorregiones según temperatura ambiente y altura*, por J. Marco Guerrero (https://www.researchgate.net/publication/282156621_Biodigestores_familiares_Guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2008).

En la tabla 5.4 se observa que la temperatura de trabajo (interior del biodigestor), para un valle se encuentra entre los 15 y 20°C.

Tabla 5.4*Tiempo de retención (digestión) según temperatura de trabajo*

Tiempo de retención según temperatura		
Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Altiplano	10	60
Valle	20	25
Trópico	30	15

Nota. Adaptado de *Identificación de ecorregiones según temperatura ambiente y altura*, por J. Marco Guerrero (https://www.researchgate.net/publication/282156621_Biodigestores_familiares_Guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2008).

De acuerdo a la zona geográfica de Huachacmarán (valle - 1951 m s.n.m), su tiempo de retención será de aproximadamente 25 días. Es necesario un tipo de biodigestor que pueda trabajar bajo dichas condiciones climáticas para mantener un rango de temperaturas entre los 15 y 20°C.

En un biodigestor chino el tiempo de retención es de 30 a 60 días a una temperatura de trabajo mínima que oscila entre 20 y 25 °C. (Almanza Mamani, 2011)

Por otro lado, en un biodigestor tubular el tiempo de retención a una temperatura de trabajo de 20°C varía entre los 30 a 40 días. (Marti Gerrero, 2008)

Composición de carga

Para garantizar que el biodigestor cumpla su propósito de generación de biogás y bioabonos es importante cargarlo diariamente, independientemente de la capacidad la carga de estiércol debe poseer una proporción agua-estiércol distinta de acuerdo al tipo de biodigestor.

Biodigestor tubular

Para biodigestores tubulares es necesaria una carga diaria de una mezcla de estiércol-agua con proporción de 1:4 (una parte de estiércol y cuatro de agua). (Marti Gerrero, 2008)

A diferencia de los de tipo “chinos” es necesario que la carga se encuentre más diluida, ya que así se evita la formación de “natas” y evitar el atascamiento de materia sólida en su interior.

Biodigestor chino

Para este tipo de biodigestor la mezcla tiene una proporción de 1:1 (del total de la carga, la mitad será de estiércol y la otra mitad de agua). (Marti Gerrero, 2008).

Facilidad de mantenimiento y reparaciones

El mantenimiento se realiza solo una vez al año en el caso del biodigestor chino y no se debe de ser tan cuidadoso con la cámara, ya que es de material noble y su mantenimiento consiste básicamente en una limpieza con agua, mientras que en el tubular se debe de tener sumo cuidado con el material plástico para evitar que se perfore durante la limpieza. (Olaya Arboleda, 2009)

En cuanto al biodigestor chino, su reparación es costosa, ya que, si implica rajaduras en la construcción, se deberá paralizar la digestión, hacer la limpieza del interior y por último reparar la rajadura. Por otro lado, el biodigestor tubular, se puede reparar de manera rápida y cómoda. (Acosta Bedoya, Martí Herrero, & Gonzáles, 2013)

En la tabla 5.5 se muestra la información consolidada para visualizar mejor la comparativa entre los dos tipos de biodigestores:

Tabla 5.5

Cuadro comparativo de biodigestor “tubular” frente al “chino”

Criterios	Biodigestor tubular	Biodigestor chino
Capacidad	12 m ³ (semienterrado, ocupa gran cantidad en la superficie)	10 m ³ (enterrado, ocupa poco lugar en la superficie)
Temperatura ambiente	15-20°C	15-20°C
Carga semanal	1:4 (proporción estiércol -agua)	1:1 (proporción estiércol -agua)
Tiempo de retención	30-40 días	30-60 días
Temperatura de trabajo	20°C	20°C
Costo de instalación	Bajo (Se puede usar materiales locales para su construcción: paja, adobe, barro) 1000-1500\$	Elevado (Se emplean materiales más costosos y técnicos especialistas) 3500-5000\$
Vida útil	3-8 años	25 años a más
Presión del biogás	Alta acumulación de biogás, presión no constante	Alta acumulación de biogás, presión alta (generación de biogás continua)
Mantenimiento	Complicado, por el material plástico delicado (propenso a daños)	Sencilla, solo se realiza una vez al año
Reparación	Rápida, accesible y cómoda	Tediosa, costosa (en caso de rajaduras)

De acuerdo con el cuadro comparativo y a la situación del fundo, se concluyó que sería más apropiado instalar un biodigestor tipo chino. La variedad de capacidades se presenta para ambos tipos, además, ambos alcanzan la temperatura de trabajo de 20°C y tienen altas acumulaciones de biogás y bioabonos. Sin embargo, el biodigestor chino saca amplia ventaja en la vida útil, ya que si posee una construcción y mantenimiento adecuados puede llegar a durar más de 25 años. Esto debido a la gran resistencia de su material de construcción. Por otro lado, la mayor parte del biodigestor está enterrado, lo que lo protegerá de peligros externos como animales, factores climáticos, entre otros. Por último, el mantenimiento se realiza una vez al año, que consiste en el lavado de la cámara interna del biodigestor, además de la

extracción del biosol, por lo que es una actividad productiva que generará ingresos al fundo.

Para la elaboración del presupuesto general y determinar el tiempo que nos tomará su construcción con el cronograma de actividades es necesario determinar la capacidad del biodigestor y el rendimiento que tendrá de acuerdo con las necesidades del fundo.

Cálculo de la capacidad

Para el cálculo de la capacidad se tuvo en cuenta la cantidad de biol necesaria para cumplir con el plan de abonamiento recomendado y la necesidad de gas para cocinar (aproximadamente 4-5 horas diarias).

Cálculo de la cantidad de biol a obtener

Según FONCODES (Fondo de Cooperación para el desarrollo social, 2014), el biol mejora la cantidad y calidad de los productos, activa los microorganismos del suelo y restablece los cultivos atacados por plagas, animales, heladas, granizadas y sequías. El biol será diluido en agua de riego en las piscinas de geomembrana, por lo que es necesario encontrar la proporción biol-agua adecuada, de acuerdo con el sistema de riego propuesto (sistema de riego por goteo), para evitar taponamientos y desgaste. Además, el mal manejo durante su aplicación podría quemar las plantas. (INIA [Instituto nacional de innovación agraria], 2016)

La tabla 5.6 muestra que la dosis de aplicación para un sistema de riego (gravedad, aspersión o goteo) es de 1 litro de biol por cada 100 litros de agua. (INIA, 2016)

Tabla 5.6

Proporción biol - agua

Proporción biol-agua	
1	litro de biol
100	litros de agua

Una vez definida la proporción agua-biol, se debe de considerar el plan de abonamiento con biol y biosol (ver figura 5.7). Según Minagri (2010) bajo

condiciones normales de suelo y clima se debe de realizar una aplicación mensual en promedio. Sin embargo, el mínimo será de cuatro veces al año, de acuerdo con lo indicado en el siguiente cuadro:

Tabla 5.7

Cantidad de aplicaciones recomendadas de biol

Aplicaciones	Recomendaciones
1ra	Cuando la planta se encuentra en el inicio del período de floración, se debe realizar una aplicación de biol base.
2da	Cuando la planta está en estado de floración, se realiza otra aplicación de biol base.
3ra	Cuando la planta esté en un estado de cuajado de los frutos, se aplica biol enriquecido.
4ta	Cuando la planta se encuentra en un estado de llenado de los frutos, se aplica biol enriquecido

Nota. Adaptado de *Aplicaciones de fuentes orgánicas*, por Minagri, 2010 (<https://es.calameo.com/read/004049739a2f0b833ec05>).

De acuerdo con el plan de abonamiento de biol se debe de echar como mínimo 4 aplicaciones al año. Ahora se hallará la cantidad necesaria de biol por aplicación.

De acuerdo con la proporción, se debe de utilizar 1 litro de biol por cada 100 litros de agua. La aplicación se distribuirá durante un día de riego. Primero, se debe de evaluar la cantidad de agua de riego necesaria por día de riego para las seis hectáreas y de allí se obtendrá la cantidad de biol para las seis hectáreas conforme a la proporción (ver tabla 5.8).

Según (Instituto Nacional de Investigación agraria, 2017), la cantidad de agua de riego para cada planta es de 52.27 litros/planta. En el fundo hay 3 500 paltos, por lo que por cada día de riego se utilizan 182 945 litros de agua.

Tabla 5.8

Proporción biol - agua

Proporción biol-agua	
1	litro de biol
100	litros de agua

Cálculo de la cantidad de biol a utilizar por las seis hectáreas:

$$\begin{array}{rclcl}
 X & + & 0,01 & X & = & 182\ 945 \\
 & & & X & = & 181\ 134 \\
 & & & \text{Biol} & = & 0,01 \ X \\
 & & & \text{Biol} & = & 1\ 811 \ \text{Litros}
 \end{array}$$

Según la proporción y la cantidad total de agua que se debería de utilizar se necesita 1 811 litros de biol por aplicación.

A continuación, en la tabla 5.9 se muestra la cantidad necesaria de biol al año:

Tabla 5.9

Aplicación de biol anual

5 veces al año	Días de aplicación	Litros de biol/año	Meses
Inicio de floración	1 día	1 800	Mayo-junio
Estado de floración	1 día	1 800	Julio
Estado de cuajado de los frutos	2 días	3 600	Agosto-Febrero
Estado de llenado de los frutos	1 día	1 800	Marzo y Abril
		9 000	litros de biol
		1 000	litros biol (Stock de seguridad)
		10 000	litros para el fundo

Un biodigestor de 10 m³ tiene la capacidad de producir 12 000 litros de biol y 6 000 kg de biosol al año, lo cual es suficiente para cubrir con la demanda de los bioabonos por parte del fundo. Por lo tanto, la capacidad del biodigestor tipo chino será de 10 m³.

Funcionamiento del biodigestor

De acuerdo con (Jara Pedreros , Biogás cuy, 2011), para poner en funcionamiento el biodigestor se debe de cargar la cámara con una carga inicial compuesta por 1 ton de pre-compost de un mes de preparación. El pre-compost se realiza mezclando el guano del cuy y rastrojos de maíz tipo chala tomando en cuenta los porcentajes presentados en la tabla 5.10.

Tabla 5.10*Materiales para preparar el compostaje*

Material	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	P2O5 (%)	K2O (%)
Guano de cuy	66,5	1,98	1,80	4,86
Rastrojo de maíz	89,2	0,98	-	-

Nota. Adaptado de *Análisis de los materiales*, por R. Jara Pedreros, 2011 (<https://es.slideshare.net/royjarap/biogas-cuy>)

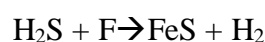
Para obtener una buena relación C/N (rango de 25-30), la cantidad de cada material (basado en el peso de la materia seca) es 520 kg y 350 kg de guano de cuy y rastrojo de maíz, respectivamente.

- 400 kg de rumen o bazofia que se encuentra en el estómago del ganado vacuno recién sacrificado, que sirve para acelerar el tiempo de retención. (opcional)
- 200 litros de una solución de agua con cal a 2%, para estabilizar el PH de la carga (generalmente ácida).
- Agua hasta completar un volumen de 8 m³, es decir el 80% de la capacidad del biodigestor

Para asegurar que el biodigestor inicie con la operación es necesario asegurarse que el ambiente sea anaeróbico es decir libre de oxígeno. Esto, debido a que las bacterias metanogénicas son muy sensibles al oxígeno. (Olaya Arboleda, 2009)

Según (Barrena, Julca, Hellenthal, & Ordinola, 2015), la digestión anaerobia es la degradación de la materia orgánica sin presencia de oxígeno, de manera que se produce CH₄, CO, entre otros gases como el Sulfuro de hidrógeno (H₂S), que le da un olor a desagüe. Además, sostiene que su composición de Metano (CH₄), componente que le confiere el valor energético, se encuentra entre 60 y 80%.

Para eliminar el mal olor y los gases corrosivos se coloca un filtro, el cual es un cartucho relleno con viruta de fierro que produce la siguiente reacción química:



El Sulfuro ferroso (FeS) generado queda adherido al fierro dentro del filtro y el Hidrógeno (H₂) continúa por el flujo de biogás. (Barrena, Julca, Hellenthal, & Ordinola, 2015)

De acuerdo a las condiciones climáticas de Huachacmarán el tiempo de retención se encontrará en el rango de 40-60 días, por lo tanto, si el primer año se va a empezar a echar el biol en la época de cuajado de los frutos (Agosto-Febrero).

Según Jara Pedreros (2011), la carga inicial se debe de echar con 1 o 2 meses de anticipación (julio, junio). Por lo tanto, el compost debe de prepararse en Mayo-Junio (un mes previo a la fecha de carga inicial). En julio se puede iniciar la carga del biodigestor y para Setiembre ya se estaría extrayendo el biol desde la época de cuajado de frutos. Durante el mantenimiento se puede utilizar el biol sobrante de la temporada anterior.

Cada semana se carga el biodigestor con 50 kg de guano y 150 litros de agua (como ya se había mencionado, la proporción de estiércol-agua en los biodigestores chinos es de 1:1; sin embargo, de acuerdo con la experiencia del fundo Casa Blanca, ubicado en Pachacámac se utilizará la proporción 1:3. Antes de realizar la carga se debe extraer 200 litros de biol.

Mantenimiento del biodigesto

La descarga total del biodigestor se realiza una vez al año, en dicha descarga se extrae el biosol (aproximadamente 6 toneladas) y se realiza la limpieza de la cámara con agua. Se revisa toda la cámara para verificar si es que no hay rajaduras, funciona como un mantenimiento preventivo. (Jara Pedreros , Biogás cuy, 2011)

Como se detalló en el funcionamiento, del biodigestor se obtendrán tres productos: El biosol, el biol, que será reforzado con procesos complementarios y el biogás.

Biosol

El biosol se obtendrá después de realizar el mantenimiento anual.

Se obtendrá aproximadamente 6 toneladas de biosol. Cuando el biosol está recién extraído, tiene un aspecto de lodo, ya que tiene una parte líquida y una

gran parte sólida; sin embargo, al exponerse al sol y al ambiente, se orea y su aspecto cambia a uno similar al compost con una coloración más oscura y una estructura grumosa. (Jara Pedreros, 2011)

A continuación, en la tabla 5.11 se muestran los nutrientes presentes en el biosol generado desde el compost y guano de cuy:

Tabla 5.11

Nutrientes presentes en el biosol

Nutrientes del biosol	Cantidad
Contenido de humedad (%)	83,46
Materia orgánica (%)	60,33
C.E. ds/m	5,61
PH	7,60
Nitrógeno (%)	2,71
Fósforo (P ₂ O ₅) en %	1,62
Potasio (K ₂ O) en %	2,80
Calcio (CaO) en %	3,49
Magnesio (MgO) en %	2,26
Sodio (Na) en %	0,30
Azufre (S) en %	0,30
Boro (B) en ppm	63,00

Nota. Adaptado de *Características del fertilizante sólido*, por R. Jara Pedreros, 2011 (<https://es.slideshare.net/royjarap/biogas-cuy>)

Biol reforzado con micronutriente

De acuerdo con las necesidades el fundo se está planteando la posibilidad de obtener un biol reforzado con nutrientes.

Según (Minagri, 2010) , el biol es rico en su contenido de micronutrientes. Funciona como abono foliar (directo a los tallos y hojas) y reactivador del suelo. Ayudará a fortalecer a los paltos frente a las plagas y enfermedades. La mayoría de sus nutrientes se encuentran en forma mineralizada, de manera que puede ser absorbido casi de manera inmediata por los paltos. (Jara Pedreros, 2011)

A continuación, se definirá el abono base y el enriquecido:

El abono base es el producto del proceso de digestión anaerobia de los compuestos orgánicos (guano de cuy y compost). Se utiliza en las etapas iniciales de crecimiento de los paltos, cuando hay un alto requerimiento de nitrógeno. (Minagri, 2010)

Por otro lado, el abono enriquecido está conformado por compuestos orgánicos (biol base) e inorgánicos, los cuales incrementan el contenido de nutrientes específicos claves para el cultivo en distintos momentos como el cuajado o llenado de la fruta, la cosecha y la floración. (Minagri, 2010)

Descarga y almacenamiento del biol base: Se descargará biol semanalmente en cilindros. Según (INIA, 2016), para mantener el biol hasta la siguiente descarga y evitar que éste se malogre o pierda su valor nutricional para los paltos es necesario almacenarlo bajo las siguientes condiciones:

- Lugar fresco y seco
- Recipientes bien cerrados
- Ambientes oscuros (INIA, 2016)

Si siguen las recomendaciones adecuadas para su almacenaje, el biol extraído puede durar de 3-6 meses. (FONCODES, 2014)

De acuerdo a la guía de buenas prácticas agrícolas, indican que debido a la carga microbiana que tienen los fertilizantes orgánicos deben ser almacenados aparte para reducir el riesgo de contaminación. El almacén debe contar con una infraestructura que los proteja de las condiciones climáticas, se debe mantener el ambiente seco, ventilado, limpio y libre de residuos. Además, deben contar con señalización que permita identificar las zonas de peligro. El almacén se debe ubicar en áreas alejadas del cultivo, como por ejemplo utilizando barreras o separadores físicos para evitar la contaminación. (SENASA, 2014)

Según (INIA, 2016) , es recomendable aplicar el biol en las primeras horas de la mañana o en las primeras de la tarde.

En la tabla 5.12 se muestran los nutrientes presentes en el biol obtenido del guano del cuy.

Tabla 5.12*Contenido de nutrientes del biol*

Nutrientes del biol	Cantidad
Conductividad eléctrica (dS/m)	14,7
PH	7,3
Sólidos en suspensión (gr/litro)	13,54
Materia orgánica (gr/litro)	4,74
Nitrógeno (mg/litro)	920,00
Fósforo (mg/litro)	92,20
Potasio (mg/litro)	2 297,50
Calcio (mg/litro)	230,60
Magnesio (mg/litro)	151,20
Sodio (mg/litro)	667,50

Nota. Adaptado de *Características del biol de Casa Blanca*, por R. Jara Pedreros, 2011 (<https://es.slideshare.net/royjarap/biogas-cuy>)

Análisis de suelo

Por hectárea se toman 10 muestras. Se extrae medio kilo a 30 cm y a 60 cm de profundidad. Una muestra por cada extremo de la hectárea delimitada y en el centro de la misma. Se mezcla todo y se extrae medio kilo el cual será almacenado en un bolso. Se lleva la muestra a laboratorios certificados como Valle Grande, La Molina, SGS, SGQ ubicados en Lima. El costo aproximado se encuentra entre 200 y 250 soles por hectárea. El reporte es enviado por correo. (I. Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo del 2019).

Interpretación del análisis del suelo

El análisis del suelo será la guía para determinar el nivel de nutrientes presentes, el nivel de pH y el porcentaje de materia orgánica (MO), es decir, parámetros importantes que influyen en el nivel de fertilidad que tiene el suelo. Además, sirve para la elaboración del plan de fertilización. De acuerdo a (Mena Chacón, Guido Juan, & Patricia, 2017), es necesario complementar el abonamiento orgánico con el inorgánico si se quiere maximizar el rendimiento. Sin embargo, la cantidad de carga de fertilizantes químicos que requiere cada planta disminuirá si los parámetros del análisis del suelo se encuentran en los niveles adecuados.

De acuerdo con la tabla 5.13, se puede determinar qué parámetros no están en un nivel adecuado en el suelo del cultivo y tomar acciones correctivas, de manera que se aprovechen los bioabonos producidos por el biodigestor.

Tabla 5.13

Interpretación correcta de análisis del suelo

Determinaciones analíticas	Muy bajo	Bajo	Niveles Normal	Alto	Muy alto
Reacción pH	<5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5
CO ₃ Ca total (%)	<2	2-10	11-20	21-40	>40
CO ₃ Ca activo (%)	<1	1-4	5-9	10-15	>15
CE (dS/m)	<0,20	0,20-0,40	0,41-0,70	0,71-1,20	>1,20
N total	<0,07	0,07-0,12	0,13-0,18	0,19-0,24	>0,24
Relación C/N	<6	6-8	8,1-10	10,1-12	>12
C.C.C (meq/100g)	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Ca (%)	<25	25-45	46-75	76-90	>90
Mg (%)	<5	5-10	11-20	21-25	>25
K (%)	<2	2-4	5-8	9-12	>12
Na (%)	<1	1-2	3-9	10-15	>15
Relación Ca/Mg (meq/100g)	<1	1-3	4-6	7-10	>10
Relación K/Mg (meq/100 g)	<0,10	0,10-0,15	0,16-0,35	0,36-0,60	>0,60

Nota. Adaptado de *Interpretación de los análisis de suelos*, por Minagri, 2010 (<https://es.calameo.com/read/004049739a2f0b833ec05>).

De acuerdo al último análisis del suelo (ver anexo 5), los nutrientes se encuentran dentro los niveles sugeridos, debido a las altas cargas de fertilizantes utilizados en el fundo; sin embargo, el nivel de pH y el porcentaje de materia orgánica (MO), componentes principales para determinar la calidad del suelo, no están en los niveles adecuados.

En la tabla 5.14, se muestra una comparativa entre el nivel de pH y MO del último análisis del suelo con el valor óptimo, además de los aportes de los bioabonos para estos dos parámetros.

Tabla 5.14*Análisis del suelo del fundo vs valor óptimo*

Nivel de pH y materia orgánica						
	Valor último análisis	Valor óptimo	Aporte de biol	Aporte de biosol	de	Aporte de Compost
Ph	5,5	6,6	7,3	7,6		6,5-8,5
MO	2,5 %	4 – 5%	4,74 g/litro	696,3 g/kg		500 g/kg

Nota. Los valores óptimos se obtuvieron de Minagri (2010) y el anexo 5. Los datos de los aportes de biosol y biol de Jara Pedreros (2011) y el aporte de compost se obtuvo de Materia orgánica y compost: De desecho orgánico a herramienta agronómica de sustentabilidad Simpsonio de la International Society Horticultural Science (2017).

Los bioabonos tienen un pH básico, por lo que su aplicación reducirá el nivel de acidez del suelo y habrá una tendencia hacia la neutralidad, además, incrementará la carga de materia orgánica. Al año, se necesita alrededor de 12 toneladas de compost por hectárea, debido a que la materia orgánica disminuye en 6 toneladas por hectárea. (Materia orgánica y compost: De desecho orgánico a herramienta agronómica de sustentabilidad Simpsonio de la International Society Horticultural Science, 2017). Para tener niveles adecuados de materia orgánica (MO) entonces se debe suplir con compost y otros abonos orgánicos (Ozlu & Kumar, 2018).

Actualmente, la materia orgánica se maneja con el uso exclusivo de compost, para lo cual se utilizaba alrededor de 10kg de compost (equivalentes a 5kg de MO) por planta y se realizan 5 abonamientos al año; es decir, se utiliza un promedio de 29 ton. compost/ha al año. La carga alta del compost se debía a que el suelo seguía acidificándose, a pesar de que usaban dosis altas de compost (I. Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo del 2019). En la tabla 5.15 se encuentran los datos para realizar el cálculo del requerimiento total del compost y la cantidad de compost que se necesita adquirir para completar dicho requerimiento.

Tabla 5.15*Requerimiento actual de compostaje*

Plan de compostaje actual del fundo		
REQ. COMPOST	9,71	kg/planta
Nº Total de plantas	3 500	Plantas
Nº Abonamientos	5	Abonamientos/año
Requerimiento total de compost en el fundo	170 000	kg compost/año
Compost producido en el fundo	6 250	Kg
Compost faltante	163 750	kg

Con el dato de materia orgánica necesaria para mantener la calidad del suelo y los aportes de biol y biosol, se elaborará el nuevo plan de compostaje (ver tabla 5.16).

Tabla 5.16*Nuevo requerimiento de compostaje*

Nuevo plan de compostaje de acuerdo a la cantidad de MO necesaria		
Req. MO	6	t/ha al año
Nº Has en el fundo	6	Has
Requerimiento total de MO en el fundo	36 000	kg MO/6 has al año
Aporte de biol	47,4	kg MO/10 000 litros de biol
Aporte de biosol	4 177,8	kg MO/6 000 kg de biosol
Aporte de compost producido en el fundo	5 170	kg MO/10 340 kg de compost
Aporte faltante	26 104	kg MO
Compost faltante (1 kg MO \leftrightarrow 2 kg compost)	52 208	kg de compost

Nota. El dato del requerimiento de MO por ha al año y el aporte del compost se obtuvo de Materia orgánica y compost: De desecho orgánico a herramienta agronómica de sustentabilidad Simpsonio de la International Society Horticultural Science(2017). Los aportes de biosol y biol se obtuvieron de Jara Pedreros (2011).

El aporte de MO faltante es de 26 104 kg. Esta cantidad será proporcionada por el compost que se trae desde Chincha, el cual tiene un 50 % de humedad; es decir, aproximadamente el 50% del componente del compost es materia orgánica. Por lo tanto, con la mejora la compra de compost faltante gracias a

la mejora aplicada, la compra anual de compost faltante se reducirá de 163 ton a 52 ton de compost, el cual se comprará a 270 soles la tonelada.

Preparación del biol reforzado

Los bioabonos no solo ayudarán en la mejora de la calidad del suelo, sino que también permitirá reducir la carga de fertilizantes que se utilizan en el fundo, ya que una gran parte de los requerimientos nutricionales aportados por los fertilizantes químicos pueden ser aportados por los bioabonos.

Para que las plantas tengan un rendimiento óptimo de por lo menos 30 kg por planta es necesario la carga de nutrientes adicionales en las proporciones adecuadas. En la tabla 5.17 se detalla el requerimiento de nutrientes por planta para una producción óptima (30 kg/planta), el aporte del biol y el de biosol, de acuerdo a la cantidad que se utilizará por planta y la cantidad de nutrientes que faltaría adquirir.

Tabla 5.17

Plan de requerimiento de nutrientes propuesto

Nutriente	Requerimiento por planta para una producción de 30 kg/planta (g/planta)	Cantidad de nutrientes aportados por biol (en las 5 aplicaciones) (g/ planta)	Cantidad de nutrientes aportados por biosol (en su única aplicación) (g/planta)	Requerimiento de compra: Cantidad faltante (g)
Nitrógeno(N)	102,4	3	46,45	52,95
Fósforo (P ₂ O)	18	0,3	27,77	-
Potasio(K ₂ O)	156	7	48	101
Magnesio (Mg)	12	0,45	38,74	-
Calcio (Ca)	32	0,7	60	-
Hierro (Fe)	0,8	-	-	-
Manganeso (Mn)	0,2	-	-	-
Zinc (Zn)	0,4	-	-	-
Boro (B)	0,4	-	-	-
Azufre (s)	13,2	-	5,12	-
Total	335,4			153,95

Nota. Se tomó como referencia los requerimientos por planta propuestos por Minagri (2010) a la capacidad de producción de los paltos del fundo de acuerdo a su edad (5 años-30kg/planta), los datos de los aportes nutricionales del biol y biosol se obtuvieron de de Jara Pedreros (2011).

En la tabla 5.18 se observa la distribución porcentual de los nutrientes que serán mezclados con el biol (%):

Tabla 5.18

Distribución porcentual de nutrientes

	Inicio de la floración (1era aplicación de biol)	Floración (2da aplicación de biol)	Fin de floración y cuajado (3era aplicación de biol)	Crecimiento y desarrollo del fruto (4ta aplicación de biol)	Fin del desarrollo del fruto (5ta aplicación de biol)	Total (%)
Nitrógeno(N)	45	-	-	40	15	100
Fósforo (P2O)	100	-	-	-	-	100
Potasio(K2O)	-	30	-	40	30	100
Magnesio (MgO)	-	-	100	-	-	100
Calcio (CaO)	-	50	50	-	-	100
Zinc (Zn)	-	-	100	-	-	100
Manganeso (Mn)	-	-	100	-	-	100
Hierro (Fe)	-	-	100	-	-	100
Azufe (S)	-	-	100	-	-	100

Nota. Adaptado de *Plan de fertilización del cultivo de palto*, por Minagri, 2010 (<https://es.calameo.com/read/004049739a2f0b833ec05>).

De acuerdo a la tabla 5.18, se distribuirá la cantidad apropiada de nutrientes en cada una de las cinco aplicaciones de biol. La mezcla se realizará en las piscinas de geomembrana y se tomará como referencia la distribución porcentual de nutrientes propuesto por (Minagri, 2010).

Si antes se aplicaba al año -sumando todas las campañas- 0.5kg de fertilizante químico por planta, debido a que el porcentaje de pérdida del fertilizante al utilizar el sistema de riego por gravedad puede alcanzar niveles de hasta el 50% (Minagri, 2010), ahora -con el nuevo plan de fertilización, el sistema de riego por goteo, que cuenta con una eficiencia de hasta el 95%, y la aplicación de bioabonos- se necesitaría 161.65 g/planta. Lo cual representaría una disminución del 68% en el requerimiento de compra de fertilizantes químicos. Al suplir todos los requerimientos de nutrientes que necesitan las plantas, el suelo podrá ir regenerando sus nutrientes y materia orgánica con

ayuda del compost, que ya se viene utilizando en el fundo y las propiedades potenciadoras de los biabonos.

Además del biol reforzado, también se planteó la obtención de preparados para combatir los hongos plaga y una alternativa para el uso de pesticidas.

- Preparados para combatir los hongos y las plagas.- Según (I. Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo del 2019) y los análisis microbiológicos en los anexos 3 y 4, los hongos que están amenazando a los paltos actualmente son la *Phytophthora cinnamoni* Rands, *Fusarium* spp. y *Lasiodiplodia teobromae*, los cuales, según (Senasa, 2017), puede infectar árboles de cualquier edad. Además, sostiene que el hongo causa graves consecuencias, empieza con el marchitamiento desde la copa hasta las raíces, presenta decoloración en las hojas, frutos pequeños que nunca se desarrollarán y la pudrición de las raicillas de color marrón oscuro a negro, lo cual finalmente avanza a las raíces gruesas y causan la muerte del palto (Senasa, 2017).

Para prevenir la enfermedad “muerte progresiva del palto” producida por este hongo se recomienda:

- Mejorar la aeración del suelo incorporando compost orgánico o biosol, la presencia de microorganismos aeróbicos logra un equilibrio en la biología del suelo al tener contacto con el hongo anaeróbico.
- Evitar el riego excesivo contribuido por el riego por gravedad y el riego por microaspersión. Este último crea un microclima favorable para los hongos. (Senasa, 2017)

Para controlar la enfermedad producida por este hongo recomienda usar hongos antagonistas disueltos en una solución de agua y biol o simplemente en el agua de riego (Senasa, 2017). Estos hongos antagonistas denominados *Trichoderma viride* tiene resultados satisfactorios para el control biológico de *Phytophthora cinamomi*, *Fusarium* spp., *Lasiodiplodia teobromae*, entre otros. (Proyecto especial Chavimochic: Laboratorio de hongos beneficiosos)

Al ser muy polvoriento, pueden causar alergias a los trabajadores, por lo que se recomienda su dilución en agua. La dosis recomendada es de 6 bolsas de

800 gr cada una, por hectárea. En un máximo de 3 aplicaciones con intervalos de 7 a 10 días.


Se estima que este año la población de paltos enfermos será de 200 paltos enfermos (I. Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo del 2019); sin embargo, la solución trichoderma viride puede aplicarse al suelo de todo el cultivo, ya que es un biorremediador del suelo y actúa de manera preventiva y curativa (ver figura 5.9).

Figura 5.9

Especificaciones Trichoderma viride

Especificaciones del producto: Trichoderma viride TAS2

- Agente biológico:
Contiene un aislamiento natural selectivo de Trichoderma viride, hongo imperfecto natural que pertenece a la subdivisión Deuteromycota.
- Unidad infectiva:
Conidias o esporas
- Presentación del producto:
Conidias de Trichoderma viride desarrolladas en bolsas de 800g de sustrato de arroz estéril, dando una coloración verde oscuro con aspecto polvoriento.



Nota. De “Trichoderma viride TAS 2”, por Proyecto Especial Chavimochic: laboratorio de hongos beneficiosos.
(http://www.chavimochic.gob.pe/images/boletines/Trichoderma_Viride_TAS.pdf).

En la tabla 5.19 se muestran los datos para calcular el requerimiento total de trichoderma para las seis hectáreas del fundo.

Tabla 5.19*Requerimiento de trichoderma*

Requerimiento de trichoderma viride (bolsas)		
Dosis por hectárea	6	bolsas/ha
Nº de hectáreas de cultivo en el fundo	6	Has
Nº de aplicaciones	3	Aplicaciones
Requerimiento total	108	bolsas/ 6 ha

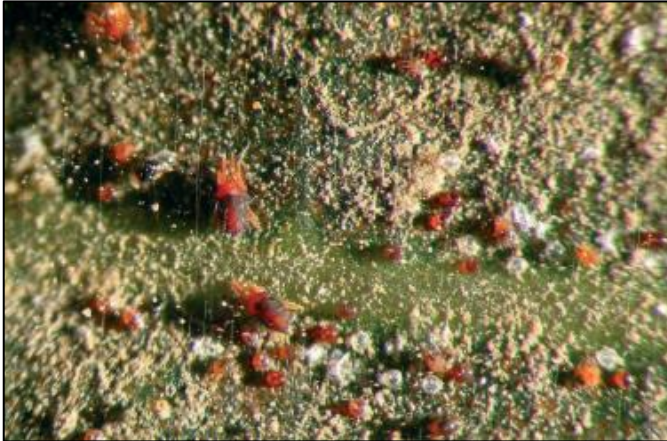
Nota. El dato de dosis por hectárea fue extraído de Proyecto especial Chavimochic: Laboratorio de hongos beneficiosos.

Estas bolsas serán disueltas en el biol o el agua de riego en las piscinas de geomembrana de tal manera que se eliminen los costos relacionados a fungicidas de compuesto activo Fosetilo-aluminio, donde cada bolsa de 2 kg cuesta alrededor de 65\$ y solo se echan a los paltos enfermos en dosis de 1 kg/ha y 2 aplicaciones al año (D. Mendoza Pariona, comunicación personal, 15 de setiembre del 2018). Mientras que las bolsas de thricoderma viride alcanzan los 50 soles, tienen acción preventiva y se utilizarán 108 bolsas de 2 kg al año – distribuidas en 3 aplicaciones- en las 6 hectáreas.

Por otro lado, también se pueden realizar mezclas de biol para combatir las plagas. En la sierra, a diferencia de la costa no se presentan muchas plagas (D. Mendoza Pariona, comunicación personal, 15 de setiembre del 2018). La única plaga, según (I. Mendoza Patiño, comunicación personal, 29 de marzo del 2019), que han presenciado en el fundo es la Arañita roja del palto o *Oligonychus yothersi* (ver figura 5.10), la cual se presenta con mayor frecuencia en las plantaciones de palto en ladera de cerros. En ese medio, no cuentan con enemigos naturales. (Ripa, Vargas, Larral, & Rodríguez, Manejo de las principales plagas del palto, 2017)

Figura 5.10

Arañita roja del palto *Oligonychus yothersi*



Nota. De “Manejo de las principales plagas del palto” R. Ripa, et al., 2007, INIA Tierra Adentro, p. 33 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34134.pdf>)

Desde hospederos como eucalipto (planta común en dicha zona) la plaga se dispersa a los huertos de palto cercano, a través del viento.

- Estrategia de prevención contra las plagas.- Se recomienda monitorear de 1 a 2% de árboles por hectárea. En caso haya un foco, de cada 30 árboles que conformen el foco se recomienda muestrear 10 hojas por árbol, donde se testea presencia, abundancia, distribución de los estados móviles (los que pueden ser arrastrados con el viento), huevos y presencia de los enemigos naturales de estas plagas, de acuerdo a eso se llevará a cabo la estrategia de control de plaga libre de químicos. (Luppichini Blu, Olivares Pacheco, & Montenegro Molina, 2017)

Tomando el ejemplo de (Luppichini Blu, Olivares Pacheco, & Montenegro Molina, 2017), para la interpretación del monitoreo se utilizan el siguiente cuadro (ver tabla 5.20):

Tabla 5.20

Nivel de abundancia de acuerdo a la cantidad de individuos de araña roja presentes en una hoja

Hojas	Escala	Abundancia
0 individuos	0	sin presencia
1-5 individuos	1	Baja
6-10 individuos	2	Media
11-20 individuos	3	Alta
mayor a 20	4	muy alta

Nota. Adaptado de “Interpretación del monitoreo”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

Interpretación: Si en una hoja encuentran entre 11 y 20 individuos de araña roja, entonces la hoja tendrá abundancia alta.

En la figura 5.11 se observa el nivel de abundancia de araña roja:

Figura 5.11

Fórmula del nivel de abundancia de araña roja

$$\text{Nivel de abundancia} = \frac{\text{Suma de niveles}}{\text{Número total de estructuras monitoreadas}} = \frac{150}{200} = 0,75 \text{ cercano a nivel 1}$$

Nota. De “Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017, *Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales*, p. 10 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

El nivel de abundancia se obtiene dividiendo la suma de escalas obtenidas en cada hoja entre el número total de hojas monitoreadas (ver figura 5.12).

Figura 5.12

Fórmula del porcentaje de estructuras (hojas) con presencia de araña roja

$$\text{Porcentaje de estructuras con presencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ estructuras con presencia} * 100}{\text{N}^\circ \text{ estructuras monitoreadas}} = 30\%$$

Nota. De “Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017, *Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales*, p. 10 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

El porcentaje de estructuras con presencia representa la cantidad de hojas que presentan la plaga sobre el total de las hojas muestreadas.

Según las tablas mostradas se interpreta que un 30% tiene población de arañita roja con abundancia baja. En la figura 5.13 se puede observar una hoja sana y una hoja con presencia de arañita roja, mientras que en la figura 5.14 se observan los daños de los frutos causados por la arañita roja.

Figura 5.13

Hoja sana comparada a hoja con presencia de arañita roja



Nota. De “Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017, *Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales*, p. 67 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

Figura 5.14

Estragos de arañita roja en los frutos



Nota. De “Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017, *Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales*, p. 67 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

De acuerdo a este monitoreo se prepara la estrategia de control.

- Estrategia de control actual.- En el fundo se utiliza la Amabectina, el cual es un químico potente que tiene como beneficio ser el único acaricida registrado para el uso de palto de exportación. Se recomienda su aplicación cuando existe un 20% de infestación en las hojas muestreadas.

El método de aplicación consiste en utilizar una dosis de 0.12 a 0.15 litros de biol/ 200 litros de agua de riego (Leon Tipe, 2016). En el fundo se utiliza aproximadamente 400 litros de Abamectina al año con un costo de 60 soles por litro (Alfamax Amabectina 1,8%) (D. Mendoza Pariona, comunicación personal, 15 de setiembre del 2018).

- Propuesta de estrategia de control contra las plagas.- Se usarán enemigos naturales como el *Stethorus histrio* y *Oligota pygmaea* (ver figura 5.15). Estos depredadores eliminan las poblaciones de plaga de arañita roja. Son efectivos, ya que depredan poblaciones de plaga media-altas, así como adultos y larvas. (Luppichini Blu, Olivares Pacheco, & Montenegro Molina, 2017)

La crianza de los enemigos naturales se realiza bajo condiciones de temperatura y humedad relativa controlada (23°C y 85%, respectivamente). En el centro de producción se desarrollan en una colonia madre para después ser utilizadas en las hojas de los paltos ubicados en el fundo (Leon Tipe, 2016). Se recomienda de una carga inicial de 20 individuos por hoja afectada. La crianza de este enemigo natural de la arañita roja sería mediante la adquisición de huevos, y estos eclosionarían después de 7 días desde su ovipostura. Este depredador sería liberado en las hojas con mayor concentración de arañita roja (detectada de manera visual) y se buscaría su reproducción hasta terminar con la plaga, ya que son inofensivos para el cultivo de palto (Darrouy Palacios, 2000). El servicio de introducción de individuos de *Oligota Pygmaea* estará a cargo de la ingeniera de control de plagas y tendrá como apoyo a un jornalero que le ayudará a recolectar las muestras durante los tres días que estará introduciendo los individuos. El primer monitoreo se realizará a los seis meses y después se realizará cada año.

Figura 5.15

Oligotapygmaea: enemigo natural de la araña roja



Nota. De “Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales”, por P. Luppichini Blu, et al., 2017, *Guía de campo plagas del palto y sus enemigos naturales*, p. 69 (<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>)

- Venta de biol.- Por último, en caso reste biol, éste será comercializado en galones de 5 litros a 10 soles por galón.
- Pozas verticales.- Como complemento a la solución del biodigestor se propuso la construcción de pozas verticales para facilitar la recolección de guano, el cual es la materia prima principal del compost y la mezcla de carga que alimenta semanalmente al biodigestor. Actualmente, el fundo utiliza pozas horizontales las cuales dificultan la labor de limpieza.

Ambos tipos de pozas tienen ventajas y desventajas, las cuales se detallarán en la tabla 5.21:

Tabla 5.21

Ventajas y desventajas de pozas y jaulas

	Ventajas	Desventajas
Pozas	Construcción simple y económica Evita el contagio de enfermedades	Dificulta la labor de limpieza Animales expuestos al ataque de ratas, perros, etc.

(continúa)

(continuación)

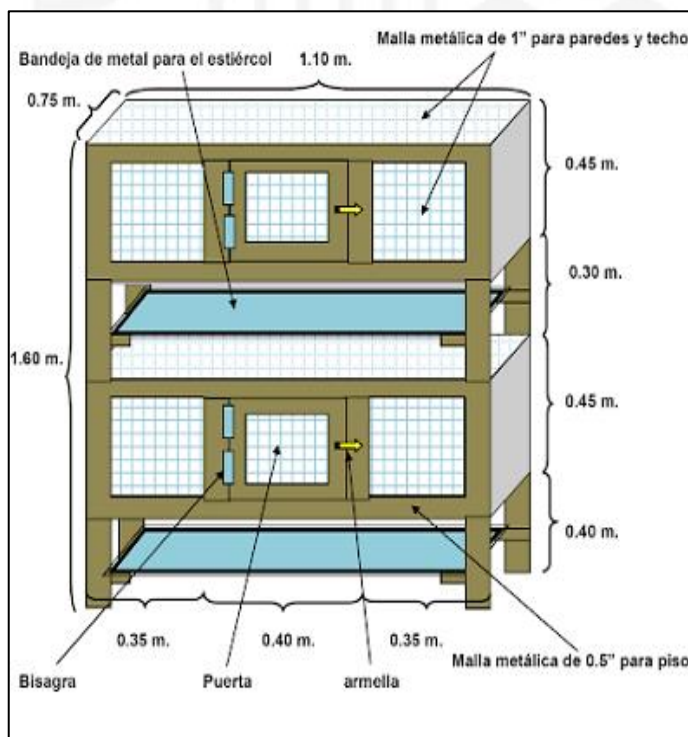
	Ventajas	Desventajas
Jaulas verticales	Facilita la labor de limpieza	Costo elevado de construcción
	Permite optimizar el espacio	Permite el contagio de enfermedades a otras jaulas

Nota. Adaptado de “Jaulas para cuyes”, por Alternativa ecológica, 2011 (<http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/jaulas-para-cuyes.html>)

Al utilizar pozas verticales (ver figura 5.16) el tiempo de recolección de guano disminuiría, ya que una mayor cantidad de cuyes depositará el guano en un área más pequeña. Los trabajadores tendrán más tiempo para dedicar a la elaboración de composteras y la clasificación de estos animales para evitar contagios. Esta propuesta complementaria también apoyaría en la reducción de la tasa de mortalidad de los cuyes.

Figura 5.16

Mediciones de jaulas



Nota. De “Jaula para cuyes”, por Alternativa Ecológica, 2011, (<http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/jaulas-para-cuyes.html>)

Este es un modelo donde solo se observan dos niveles; sin embargo, las jaulas tendrán cinco niveles. Debajo de cada nivel habrá una base de separación, donde se acumulará el guano (ver figura 5.17).

Figura 5.17

Jaulas verticales



Nota. De “Jaula para cuyes”, por Alternativa Ecológica, 2011, (<http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/jaulas-para-cuyes.html>)

5.2 Plan de implementación de la solución

5.2.1 Objetivos y metas

En la tabla 5.22 se plantea los objetivos y metas de las soluciones planteadas.

Tabla 5.22

Objetivos y metas

Solución	Objetivos	Metas	¿Cómo se logrará?
Instalación de un biodigestor y un sistema de fertirriego para la obtención de bioabonos mejorados con procesos complementarios y su aplicación en el cultivo	Incrementar el rendimiento del cultivo	Incrementar el rendimiento del cultivo en un 35% (de 13 t/ha a 17,5 t/ha)	Aplicación de bioabonos extraídos del biodigestor: -Mejorará el pH y % MO del suelo, parámetros que afectan el rendimiento y el bienestar de los cultivos (Ozlu & Kumar, 2018).

(continúa)

(continuación)

Solución	Objetivos	Metas	¿Cómo se logrará?
Instalación de un biodigestor y un sistema de fertirriego para la obtención de bioabonos mejorados con procesos complementarios y su aplicación en el cultivo	Incrementar el rendimiento del cultivo	Incrementar el rendimiento del cultivo en un 35% (de 13 t/ha a 17,5 t/ha)	<p>-Los bioabonos funcionarán como potenciadores del rendimiento, ya que sustituirán un porcentaje de nutrientes – que antes se obtenían de los fertilizantes químicos- del nuevo plan de requerimiento de nutrientes propuesto por el (Minagri, 2010) para que la producción por palto alcance los 30 kg/planta. El rendimiento máximo mencionado se puede alcanzar en caso la fuente de nutrientes tenga origen orgánico e inorgánico (Mena Chacón, Guido Juan, & Patricia, 2017)</p> <p>-El uso de bioabonos aumenta la calidad del suelo y el rendimiento del cultivo entre un 15 y 50%, debido a la mejora que produce en la calidad del suelo, lo que genera una disminución en el uso de fertilizantes químicos. Esto se sustenta en los artículos de investigación presentes en el marco conceptual, referencial y el capítulo de ingeniería de la solución</p> <p>Uso del sistema de riego por goteo:</p> <p>-El sistema de riego por goteo solo pierde un 5% de eficiencia en la fertilización (mucho menor al 35% que pierde el sistema de riego por gravedad). Esto significa que el 95% de nutrientes irá directo a las plantas.</p>
	Disminuir el consumo de fertilizantes químicos	Disminuir en un 68% la dosis de fertilizantes químicos	-La aplicación de biol y biosol aportarán nutrientes que suplirán una parte de los nutrientes necesarios para cada planta, lo que permitirá reducir la dosis de fertilizantes químicos.
	Eliminar el uso de plaguicidas y fungicidas	Eliminar el uso de plaguicidas (Abamectina) y fungicidas (Fosetilo-Aluminio) químicos	<p>-En lugar del fungicida químico Fosetilo-Aluminio se utilizará el hongo antagonista trichoderma viridae, además el biol funciona como preventivo para el ataque de hongos al fortalecer y apoyar en el proceso de recuperación de paltos enfermos.</p> <p>-En reemplazo al plaguicida Amabectina para combatir la araña roja se utilizará una colonia de su enemigo natural: oligota pygmaea, el cual es inofensivo para los paltos.</p>

5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución:

A continuación, se presentan los presupuestos para la construcción del biodigestor (ver tabla 5.23), sistema de riego por goteo (ver tabla 5.24) y la instalación de jaulas para cuyes (ver tabla 5.25).

Tabla 5.23

Cotización construcción de biodigestor chino

Presupuesto de biodigestor					
Requerimiento	Cantidad	Unidad	USD	Sub Total	Total
				Material	2 099
Bolsas de cemento	50	Unidades	8	400	
Fierro de construcción 3/8"	15	Unidades	8	120	
Ladrillos k.k. rocochado	2	Millares	200	400	
Impermeabilizante	10	Kilos	2	20	
Alambre negro N°8	7	Kilos	2	14	
Plancha de triplay	5	Unidades	8	40	
Clavos 2"	5	Kilos	2	10	
Tubo de PVC 10"	1	Unidad	50	50	
Tubo de PVC 4"	1	Unidad	20	20	
Tubo de PVC 1/2"	5	Unidades	5	25	
Manguera de 1/2"	10	Metros	2	20	
Tapa de hierro tipo brida de 45 x 60 cm	2	Unidades	100	200	
Accesorios de tubos	1	Global	50	50	
Camaras de camion	2	Unidades	40	80	
Cocina para biogás	1	Unidad	50	50	
Hormigón	8	m3	10	80	
Piedra chancada	8	m3	10	80	
Arena fina	4	m3	10	40	
Listones de madera	1	Global	50	50	
Transporte de materiales y herramientas	1	Global	200	200	
Herramientas (carretillas, picos, palas, martillos)	1	Set	150	150	
				Personal técnico	3 675
Maestro albañil	1,5	Meses	450	675	
Viáticos del personal (transporte y alimentos)	1,5	Meses	500	750	
Operarios (2)	1,5	Meses	700	1050	
Ing. Medioambiental	2	Mes	600	1200	
				Total	5 774
				USD	
				Total S/	20 209

Tabla 5.24*Cotización de sistema de riego por goteo*

Presupuesto de sistema de riego, reservorio de geomembrana y sustitutos de fungicidas y plaguicidas	
Descripción	costo s/ / 6ha
Obras civiles	16 500,83
Líneas de riego	42 699,15
Tubería matriz y portaregante	7 670,34
Arco de riego 2"	1 815,25
Sistema de filtrado y fertirriego	5 961,02
Sistema de control	113,56
Reservorio de 63 m3	12 000,00
Otros accesorios	1 115,25
Instalación	5 932,20
Transporte	2 118,64
Hongo antagonista (trichoderma viridae)	1 830,51
Servicio de introducción de Oligota pygmaea	1 271,19
Obrero (ayudante) - jornal de 3 días	508,47
Monitoreo obligatorio	1 271,19
Subtotal	100 807,60
IGV	18 145,37
Total	S/ 118 952,96

Tabla 5.25*Cotización de instalación de jaulas para cuyes*

Presupuesto de construcción de jaulas de 5 niveles para cuyes	
Descripción	Cantidad
Estructura de fierro con mallas galvanizadas: 1,8 m x 0,9m x 1,75m	18
Comederos lineales: 1,8 m x 0,9m x 1,75m	180
Planchas para la recolección de orinas	180
Mallas para recolección de guano	180
Chupones para el suministro de agua	90
Soporte y balde de 4 litros de capacidad para el agua	18
Capacidad total	1800 cuyes
Inversión (incluye igv)	S/ 25 200,00

5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución

La implementación del biodigestor y el sistema de riego por goteo se realizará paralelamente como se muestra en las tablas 5.26 y 5.27. Respecto a la construcción de jaulas (ver tabla 5.28).

Tabla 5.26*Cronograma de implementación de un biodigestor chino*

Cronograma de implementación	MES 1				MES2			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Construcción de biodigestor de 10 m3								
Investigaciones preliminares para el diseño del biodigestor	x							
Diseño de planos	x							
Preparación del área de construcción del biodigestor	x							
Construcción de bases y paredes del biodigestor		x	x					
Construcción de cúpula y cámara de entrada y salida			x	x				
Trabajo de la parte interna del biodigestor				x				
Preparación del pre-compost			x	x				
Prueba de hermeticidad					x			
Capacitación del uso y mantenimiento del biodigestor					x			
Carga inicial de compost y agua al biodigestor						x		
Supervisión	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 5.27*Cronograma de construcción de un sistema riego por goteo*

Cronograma de implementación	MES 1				MES2			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Sistema de riego por goteo								
línea de conducción	x	x						
línea de distribución		x	x	x	x	x		
caseta de control cabezal de riego	x	x	x	x				
arcos de riego					x	x	x	
sistema de control de humedad								x
portalaterales de riego				x	x	x	x	
laterales de riego				x	x	x	x	
capacitación	x				x			
impacto ambiental								
supervisión de obra	x	x		x	x	x	x	x

Tabla 5.28*Cronograma para la construcción de jaulas de 5 niveles*

Construcción de jaulas de 5 niveles	MES 1			
	S1	S2	S3	S4
Estructura de fierro con mallas galvanizadas	x			
Comederos lineales	x			
Planchas para la recolección de orinas	x			
Mallas para recolección de guano	x			
Chupones para el suministro de agua	x			
Soporte y balde de 4 lt. para el agua	x			

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA E IMPACTO DE LA SOLUCIÓN

6.1 Evaluación cuantitativa de la solución

Los beneficios de la implementación de las soluciones propuestas incluyen:

- Incremento de la rentabilidad sobre las ventas.- Como consecuencia de la mejora en la actividad del cultivo, se podrá aumentar los ingresos gracias a un aumento en las ventas de palta hass, debido a que habrá un mayor rendimiento, gracias al uso de los abonos potenciadores. Además, la utilidad después de impuestos también se verá incrementada, debido a que se podrá reducir los costos por la compra de fertilizantes, ya que una parte será reemplazada por los bioabonos, así como también se reducirá la compra de compost ya que los bioabonos también aportarán materia orgánica. Finalmente, se eliminará la compra de fungicidas y plaguicidas, los cuales serán reemplazados por alternativas orgánicas como hongos antagonistas y enemigos naturales de las plagas, lo cual, a su vez, reducirá la cantidad los paltos enfermos. Asimismo, los contagios se verán mermados ya que se implementará el sistema de riego por goteo, lo que impedirá que el agua fluya de palto a palto y se esparzan los hongos a paltos sanos. Como se observa en la tabla 6.1, al aumentar los ingresos y reducir costos variables, aumenta la rentabilidad del negocio relacionado al cultivo y comercialización de palta hass en un 25,69%.

Tabla 6.1

Rentabilidad sobre ventas

	Antes de la mejora (S/)	Después de la mejora (S/)
Ingresos	652 804,91	801 744,03
Costos variables	117 692,96	59 850,94
Costos fijos	137 668,00	128 368,33
Utilidad de operación antes de impuestos	397 443,95	613 524,75
Impuestos	117 245,96	180 989,80
Utilidad después de imp.	280 197,98	432 534,95
Rentabilidad sobre las ventas (UDI/Ingresos)*100	42,92	53,95

- Incremento de las ventas (ingresos) de palta hass.- Los ingresos relacionados a la venta de palta hass aumentarán en un 35%, debido a que la oferta de palta hass se verá aumentado al tener un mayor rendimiento por hectárea (de 13 t/ha a 17,5 t/ha), gracias al uso de los bioabonos potenciadores y el sistema de riego por goteo que reducirá el contagio de paltos enfermos a los sanos. Todo lo producido se vende, ya que las agroexportadoras compran el total de producción del fundo Huachacmarán.
- Reducción de costos en compra de fertilizantes químicos.- Los costos en la compra de fertilizantes químicos se verán disminuidos en un 67,87%, debido a que un porcentaje de los nutrientes que son proporcionados por estos fertilizantes será sustituido por los bioabonos.
- Reducción de costos en la compra de compost.- Los costos en la compra de compost se verán reducidos en un 67,51%, debido a que un porcentaje de la materia orgánica proporcionada por este abono adquirido será reemplazado por los bioabonos y el compost producido en el fundo.
- Reducción de costos relacionados a combatir plagas y hongos

Se eliminarán los costos relacionados a la compra de plaguicidas como la Amabectina en un 93,75%, debido a que será reemplazado por los individuos de *Oligota Pigmae* un enemigo natural de la plaga.

Por otro lado, el fungicida Fosetilo Aluminio será reemplazado por el hongo antagonista *trichoderma viridae*, lo cual significaría una reducción de 47,25% relacionado a costos para combatir los hongos. Sus reemplazos son soluciones remediadoras orgánicas, los cuales tienen costos menores relacionados a su compra y aplicación.

A continuación, en la tabla 6.2, se presentarán los valores de los indicadores que comprenden la evaluación cuantitativa. Los valores indicados se detallarán en el análisis económico de la propuesta.

Tabla 6.2*Indicadores de los beneficios económicos de la solución*

Indicadores (beneficios de la implementación)	Valor antes de la mejora (S/)	Valor estimado después de la mejora (S/)	Variación del indicador (%)
Incremento de la rentabilidad sobre las ventas (Beneficio después de imp./Ventas netas) *100	42,92	53,95	25,69%
Incremento de los ingresos relacionados a la venta de palta hass	397 138,98	536 137,62	35,00%
Reducción de costos en compra de fertilizantes químicos	6 339,06	2 036,76	-67,87%
Reducción de costos en compra de compost	44 212,50	14 366,59	-67,51%
Reducción de costos relacionados a combatir hongos	4 095,00	2 160,00	-47,25%
Reducción de costos relacionados a combatir plagas	24 000,00	1 500,00	-93,75%

6.2 Estimación de los resultados de la implementación

La estimación de los resultados de la implementación de la mejora en el cultivo de palta hass se hará en base a los resultados esperados.

El rendimiento de la palta hass se incrementará en un 35% (13 t/ha a 17,5 t/ha) gracias a la aplicación de bioabonos extraídos del biodigestor y el uso de sistema de riego por goteo. Esto, debido a que los bioabonos mejorarán factores importante asociados a la calidad del suelo balanceando el pH y el % de materia orgánica hasta llegar a un nivel cercano al óptimo de 6,6 en el caso del pH y 5% en el caso del porcentaje de MO, de manera que el rendimiento no se vea afectado y la absorción de nutrientes sea la adecuada. Además, con el apoyo del ingeniero agrónomo y el plan de requerimiento que propone Minagri (2010) para que cultivo de palta hass alcance una producción de 30 kg/planta - al tener 3 500 plantas la producción aumentaría a 17,5 t/ha-se necesita una cantidad específica de nutrientes que serán proporcionados por una mezcla de fertilizante químico y abonos orgánicos, de manera que se evita el exceso de productos químicos, los cuales alteran factores asociados a la salud del suelo como el pH y el % de MO logrando una eficiencia superior. Además, gracias al sistema de riego por goteo la eficiencia en la aplicación de nutrientes a través del sistema de riego aumentará de un 65% a un 95%, por

lo que aparte del ahorro que implica sustituir un parte del fertilizante con bioabonos, se necesitará aplicar una menor cantidad de fertilizante extra al agua de riego. El sistema de riego por goteo también evitará que los paltos enfermos contagien a los sanos, ya que evita que el agua fluya de los paltos enfermos. Finalmente, se reduce al 100% el uso de plaguicidas y pesticidas químicos, ya que serán reemplazados por sustitutos orgánicos (ver tabla 6.3).

Tabla 6.3

Indicadores con la implementación del proyecto

Objetivos	Indicador	Unidades	Indicador actual	Indicador objetivo	Incremento del indicador
Incrementar el rendimiento del cultivo de palta hass	Rendimiento por hectárea	t/ha	13 t/ha	17,5 t/ha	Aumentó en un 35%
Disminuir la cantidad de fertilizantes químicos utilizados en el fundo	% de Fertilizante químico utilizado	(Cantidad de fertilizantes químicos usados (kg)/Total de fertilizantes usados (kg))*100%	100%	32%	Se redujo en un 68%
Eliminar el uso de plaguicidas y fungicidas químicos	Cantidad de fungicidas químicos usados	Cantidad de fungicida químico (kg) usados en las 6 hectáreas del fundo	86,4 kg	0 kg	Se redujo en un 100%
	Cantidad de plaguicidas químicos usados	Cantidad de plaguicidas químicos (litros) usados en las 6 hectáreas del fundo	400 litros	0 litros	Se redujo en un 100%

6.3 Análisis económico de la propuesta

- Implementación de la mejora en la actividad del cultivo de palta hass.- El beneficio anual del producto de la implementación de la solución se calcula en función del incremento en los ingresos relacionados a la venta de palta hass y en la reducción de costos relacionados a la disminución en la compra de fertilizantes químicos y compost, así como en la compra de plaguicidas y fungicidas.

- Reducción en los costos relacionados a la compra de fertilizantes.- Para un adecuado rendimiento es necesario que cada planta reciba la cantidad de nutrientes adecuados de acuerdo a la edad de la planta. Si se espera un rendimiento de 17,5 t/ha o 30 kg/planta los nutrientes deben provenir de fuente orgánica e inorgánica, ya que un exceso de químicos provocaría a largo plazo un daño a la salud del suelo, de manera que la cantidad de nutrientes requeridos se elevará a través del tiempo para suplir la deficiencia en la absorción de nutrientes. Los costos en la compra de fertilizantes químicos se verán disminuidos, debido a que un porcentaje de los nutrientes que son proporcionados por estos fertilizantes será sustituido por los bioabonos (ver tabla 6.4).

Tabla 6.4

Cálculo de la cantidad de fertilizante químico a utilizar

Nutriente	Requerimiento por planta para una producción de 30 kg/planta	Cantidad de nutrientes aportados por biol (en las 5 aplicaciones)	Cantidad de nutrientes aportados por biosol (en su única aplicación)	Requerimiento de compra: cantidad faltante
	(g/planta)	(g/ planta)	(g/planta)	(g)
Nitrógeno(n)	102,4	3	46,45	52,95
Fósforo (p2o)	18	0,3	27,77	-
Potasio(k2o)	156	7	48	101
Magnesio (mg)	12	0,45	38,74	-
Calcio (ca)	32	0,7	60	-
Hierro (fe)	0,8	-	-	-
Manganeso (mn)	0,2	-	-	-
Zinc (zn)	0,4	-	-	-
Boro (b)	0,4	-	-	-
Azufre (s)	13,2	-	5,12	-
Subtotal	335,4			153,95
Excedente por pérdida de eficiencia	167,7			7,69
TOTAL	503,1			161,65

Nota. Se tomó como referencia los requerimientos por planta propuestos por Minagri (2010) a la capacidad de producción de los paltos del fundo de acuerdo a su edad (5 años-30kg/planta), los datos de los aportes nutricionales del biol y biosol se obtuvieron de Jara Pedreros (2011).

Si antes se aplicaba al año -sumando todas las campañas- 0,5kg de fertilizante químico por planta, debido a que el porcentaje de pérdida del fertilizante al utilizar el sistema de riego por gravedad puede alcanzar niveles de hasta el 50% (Minagri, 2010), ahora -con el nuevo plan de fertilización, el sistema de riego por goteo, que cuenta con una eficiencia de hasta el 95%, y la aplicación de bioabonos- se necesitaría 161.65 g/planta. El kilo de preparado de fertilizante

Después de la mejora aplicada los costos relacionados a la compra de fertilizantes se reducen en un 68%, lo que significa un ahorro de 4 302.30 soles al año (ver tabla 6.5).

Tabla 6.5

Ahorro de costos en la compra de fertilizantes

	Recurso	Cantidad de fertilizante (kg/planta) x año	Total plantas	C. unit (S/ / kg de preparado de fertilizante químico)	Costos relacionados a la compra de fertilizantes (S/ /año)
Antes de la mejora	Fertilizante químico	0,50310	3 500	3,6	6 339,06
Después de la mejora (reducción de costos relacionados a la compra de fertilizantes químicos en un 68%)	Fertilizante químico	0,16165	3 500	3,6	2 036,76
AHORRO	Fertilizante químico	0,34	-	-	4 302,30

- Reducción en los costos relacionados a la compra de compost.- Al año se necesita 6 toneladas de materia orgánica por hectárea para mantener el porcentaje de MO en un nivel adecuado. Actualmente, el compost se utiliza como única fuente de MO; sin embargo, se presentará en la tabla 6.6 un nuevo plan de compostaje donde se tendrá en cuenta el aporte del compost producido en el fundo, del biol y biosol, de manera que la cantidad de compost que se debe comprar se reducirá.

Tabla 6.6*Nuevo plan de compostaje*

Requerimiento Materia Orgánica	6,0	t/ha al año
Nº total de hectáreas en el fundo	6,0	Has
Requerimiento total de MO en el fundo	36000	kg MO/6 has al año
Aporte de biol	47,4	kg MO/10 000 litros de biol
Aporte de biosol	4 177,8	kg MO/6 000 kg de biosol
Requerimiento de MO con la aplicación de bioabonos	31 774,80	kg de MO
Requerimiento de compost con a aplicación de bioabonos (1 kg de compost \leq 0.5 kg de MO)	63 549,6	kg MO
Compost producido en el fundo	10 340,0	kg de compost
Compost faltante requerido al año	52 208,0	kg de compost

Actualmente se compra alrededor de 170 toneladas de compost al año, debido a que no se realizaba el cálculo adecuado de la cantidad de MO que necesita el fundo. Un exceso de acidez en el suelo conlleva a que a pesar del exceso de compost rico en MO el % de MO se encuentre bajo. Por ese motivo, al reducir la carga de fertilizantes químicos, la compra del compost se hará de acuerdo al requerimiento sugerido por el ingeniero agrónomo y Materia orgánica y compost: De desecho orgánico a herramienta agronómica de sustentabilidad Simpsonio de la International Society Horticultural Science (2017). Además, no se aprovechaba todo el guano de cuy y solo se producía alrededor de 62 toneladas de compost al año. Ahora con la mejora se producirán más de 10 toneladas.

Después de la aplicación de la mejora los costos relacionados a la compra de compost disminuyen de 44 212,50 a 14 366,59 lo que significa una reducción del 68% (ver tabla 6.7)

Tabla 6.7*Ahorro en costos en la compra de compost*

	Recurso	Cantidad de compost requerido (t / año)	Compost producido en el fundo (t/año)	Compost que se deberá comprar (t/año)	C. unit (S/ /t)	Costos relacionados a la compra de compost (S/ / año)
Antes de la mejora	Compost	170,00	6,25	163,75	270	44 212,50
Después de la mejora (reducción de costos relacionados a la compra de compost)	Compost	63,55	10,34	53,21	270	14 366,59
AHORRO	Compost	106,45		110,54	-	29 845,91

- Reducción en los costos relacionados a combatir hongos.- Los paltos están siendo atacados por hongos como *Phytophthora cinnamoni* Rands y *Fusarium spp.*, los cuales causan la enfermedad muerte progresiva del palto. Estos son combatidos principalmente por el fungicida químico de compuesto activo Fosetilo-Aluminio; sin embargo, la solución contempla el uso de un hongo antagonista denominado *trichoderma viridae* (ver tabla 6.8), el cual resulta más económico y tiene origen orgánico.

Tabla 6.8*Requerimiento de Trichoderma Viridae*

Requerimiento de Trichoderma Viridae (bolsas)		
Dosis por hectárea	6	bolsas de 0,8 kg/ha
Nº de hectáreas de cultivo en el fundo	6	Has
Nº de aplicaciones	3	Aplicaciones
Requerimiento total	108	bolsas 0,8 kg/ 6 ha

Actualmente se viene utilizando el fungicida de compuesto activo Fosetilo-aluminio (ver tabla 6.9), donde cada bolsa de 2 kg cuesta alrededor de 65\$ y solo se echan a los paltos enfermos en dosis de 2 kg/ha y 3 aplicaciones al año (D. Mendoza Pariona, comunicación personal, 15 de setiembre del 2018).

Tabla 6.9*Requerimiento de fungicida químico fosetilo-aluminio*

Requerimiento de fungicida químico fosetilo-aluminio(bolsas)		
Dosis por hectárea	1	bolsas de 2 kg/ha
Nº de hectáreas de cultivo en el fundo	6	Has
Nº de aplicaciones	3	Aplicaciones
Requerimiento total	18	bolsas 2 kg/ 6 ha

Después de la aplicación de la mejora los costos relacionados a combatir los hongos se reducen de 4 095 a 2 160, lo que significa un ahorro de 1 935 soles (ver tabla 6.10).

Tabla 6.10*Ahorro de costos relacionados a combatir hongos*

	Recurso	Cantidad requerida bolsas/año	Costo por bolsa (S/ /bolsa)	Costos relacionados (S/ / año)
Antes de la mejora	Fungicida	18,00	227,5	4 095,00
Después de la mejora (eliminar costos relacionados a fungicidas)	Hongo antagonista	108,00	20	2 160,00
AHORRO				1 935,00

- Reducción en los costos relacionados a combatir las plagas.- Se tiene como objetivo eliminar el uso de plaguicidas químicos para reemplazarlos por enemigos naturales de las plagas. La plaga presente actualmente es la araña roja", así que se introducirán individuos de Oligota Pygmaea (enemigo natural de la araña roja) como solución natural. Se identificará visualmente las hojas enfermas y se introducirán los individuos de Oligota. Esto lo realizará la ingeniera de control de plagas que realizará el trabajo por 1500 más el jornal de 1 obrero por 3 días (600) soles como honorarios. Además, también se realizará el primer monitoreo después de 6 meses (ver tabla 6.11) y después será anual (ver tabla 6.12).

Tabla 6.11*Inversión inicial para el control de plagas*

Servicio de introducción de Oligota Pygmaea (Ing. De Control)	Monto	U.M
Ingeniera de control de plagas	1500	Soles
Obrero	600	soles/ 3 días
Primer Monitoreo (incluye obrero)	1 500	Anual
Total de inversión	3 600	Soles

Tabla 6.12*Costo anual para control de plagas*

Monitoreo anual (incluye obrero)	1 500	S/ /año
Total	1 500	S/ /año

Antes se utilizaba solo Amabectina, alrededor de 400 litros, donde el costo era de 60 soles por litro. Después de la aplicación de la mejora los costos relacionados a combatir las plagas se reducen de 24 000 a 1 500, lo que significa un ahorro de 22 500 soles (ver tabla 6.13)

Tabla 6.13*Ahorro en costos relacionado al uso de plaguicidas*

	Recurso	Cantidad requerida (litro/año)	Costo por bolsa (S/ /litro)	Costos relacionados (S/ / año)
Antes de la mejora	Plaguicida	400	60	24 000
Después de la mejora (eliminar costos relacionados a plaguicidas)	Enemigo natural de la plaga	-	-	1 500
AHORRO				22 500

- Aumento de ingresos relacionados a la venta de palta Hass.- Con las mejoras aplicadas el rendimiento de palta se verá aumentado de 13 t/ha a 17.5 t/ha, es decir, en un 35%, lo que significa una mayor oferta de paltas a las agroexportadoras. Estas últimas, compran toda la producción, por lo que un aumento en la oferta significaría un aumento en las ventas. Por otro lado, en el primer año el biol que no será utilizado en el cultivo se usará para los

cultivos menores y en los siguientes años se integrará al cultivo conforme aumente el rendimiento.

Un incremento en el 35% de los ingresos relacionados a la venta de palta hass representa un beneficio de 97 299,05 soles (ver tabla 6.14).

Tabla 6.14

Aumento de ingresos de la venta de palta Hass

	Ventas anuales (kg)	Ventas anuales (s/) (antes de la mejora)	% Incremento esperado	Incremento en ventas (después de la mejora) (S/)	% Utilidad promedio (después de la mejora)	Beneficio obtenido (S/)
Palta hass	78 104	397 138,98	35%	138 998,64	70%	97 299,05

En conjunto, gracias al desarrollo del proyecto se espera obtener un beneficio total de 155 882,26 durante el primer año (ver tabla 6.15)

Tabla 6.15

Beneficios de la implementación (S/)

Implementación de mejora	Detalle	Monto (S/)
Mejora en la actividad del cultivo de palta hass (aplicación de bioabonos extraídos de un biodigestor a través de un sistema de riego por goteo en el cultivo de palta hass)	Reducción de costos relacionados a la compra de fertilizante químicos	4 302,30
	Reducción de costos relacionados a la compra de compost	29 845,91
	Reducción de costos relacionados a combatir los hongos	1 935
	Reducción de costos relacionados a combatir las plagas	22 500
	Incremento de ingresos	97 299,05
	Beneficio del proyecto (primer año)	155 882,26

A continuación, la proyección de los beneficios durante los 5 años del proyecto (ver tabla 6.16). Se espera que dentro de 5 años el rendimiento alcance el nivel óptimo de la región de 20 t/ha. Para llegar a esta meta, el rendimiento anual del cultivo de paltas aumentará progresivamente en un 3% con respecto al año anterior.

Tabla 6.16*Proyección de los beneficios durante 5 años (S/)*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		155 882,26	160 558,72	165 375,48	170 336,75	175 446,85

De acuerdo a los beneficios obtenidos y los costos de implementación de la mejora, se realizó el flujo de caja el cual se proyecta 5 años (ver tabla 6.17). Para ello, se considera el COK de 29,5 %, según (Camasi Montes, 2019) que menciona los valores del COK para proyectos agrícolas en Perú hasta el año 2017.

Tabla 6.17*Flujo de caja (S/)*

Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		155 882	160 559	165 375	170 337	175 447
Costos de implementación	164 362	3 660	3 660	3 660	3 660	3 660
Flujo de efectivo	-164 362	152 222	156 899	161 715	166 677	171 787
Flujo de caja descontado	-164 362	117 546	93 558	74 463	59 265	47 167
Flujo de caja acumulado	-164 362	-46 816	46 742	121 205	180 470	227 637

En la tabla 6.18 de acuerdo a los resultados del flujo de caja se determina que el proyecto tiene un valor neto actual (VAN) S/227 637,24 y que la tasa interna de retorno (TIR) 92% es mayor al COK, es decir los inversionistas obtendrán una tasa de retorno superior a lo invertido. La relación costo beneficio es mayor a 1 y el periodo de recupero es de 1 año y 6 meses. Todos los valores hallados indican que el proyecto es viable y rentable.

Tabla 6.18*Evaluación económica*

VAN	S/227 637,24
TIR	92%
B/C	2,38
PR	1,50

6.4 Determinación de los escenarios para la solución propuesta

Los probables escenarios de los resultados de la implementación de la solución se determinarán en base a resultados pesimistas, esperados y optimistas.

- Implementación con resultados pesimistas.- Para este escenario se considera que el rendimiento del cultivo de paltas se mantiene estático. Este escenario se daría en el caso se logre la construcción e implementación, así como la puesta en marcha del biodigestor y el sistema de riego por goteo, pero no se realice un adecuado seguimiento y supervisión al funcionamiento y mantenimiento de los mismos. Ya que las cargas semanales y el mantenimiento anual son indispensables para que la mejora se mantenga con los beneficios esperados a través del tiempo.

En la tabla 6.19 se observa que al no haber incremento en el rendimiento, tampoco hay incremento en las ventas, por lo tanto, el beneficio obtenido por dicho incremento será cero.

Tabla 6.19

Incremento de las ventas: escenario pesimista

Ventas anuales (s/) (antes de la mejora)	%Incremento esperado	Incremento en ventas (S/) (después de la mejora)	% Utilidad promedio (después de la mejora)	Beneficio obtenido (S/)
397 139	0%	0	65%	0

Para este escenario el beneficio del proyecto es de 58 583,21 soles (ver tabla 6.20).

Tabla 6.20

Beneficio del proyecto con escenario pesimista

Implementación de mejora	Detalle del beneficio	Monto (S/)
Mejora en la actividad del cultivo de palta hass (aplicación de bioabonos extraídos de un biodigestor a través de un sistema de riego por goteo en el cultivo de palta hass)	Reducción de costos relacionados a la compra de fertilizante químicos	4 302,3
	Reducción de costos relacionados a la compra de compost	29 845,91
	Reducción de costos relacionados a combatir los hongos	1 935

(continúa)

(continuación)

Implementación de mejora	Detalle del beneficio	Monto (S/)
Mejora en la actividad del cultivo de palta hass (aplicación de bioabonos extraídos de un biodigestor a través de un sistema de riego por goteo en el cultivo de palta hass)	Reducción de costos relacionados a combatir las plagas	22 500
	Incremento de ingresos	0
	Beneficio del proyecto (primer año)	58 583,21

El beneficio en el escenario pesimista se proyecta durante los cinco años de duración del proyecto considerando un aumento del 3% anual, debido a que el rendimiento anual se incrementa en ese porcentaje, hasta que la planta alcance el nivel de maduración máximo. En la tabla 6.21 se puede observar el flujo de caja proyectado.

Tabla 6.21

Flujo de caja escenario pesimista (S/)

Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		58 583	60 341	62 151	64 015	65 936
Costos de implementación	164 362	3 660	3 660	3 660	3 660	3 660
Flujo de efectivo	-164 362	54 923	56 681	58 491	60 355	62 276
Flujo de caja descontado	-164 362	42 412	33 798	26 933	21 460	17 099
Flujo de caja acumulado	-164 362	-121 950	-88 152	-61 219	39 759	-22 660

La evaluación económica del escenario pesimista (ver tabla 6.22) arrojó un VAN negativo de 22 659,81 soles, además el TIR (22%) es menor que el COK (29,5%) y el B/C tiene un valor menor a 1, por lo que el proyecto no sería rentable en caso se de este escenario.

Tabla 6.22

Evaluación económica escenario pesimista

VAN	-S/22 659,81
TIR	22%
B/C	0,86

- Implementación con resultados esperados.- Este escenario considera un aumento en el rendimiento de cultivo de paltas de 35%. Se presenta en el caso

en que la construcción, implementación y la puesta en marcha se realice adecuadamente y se realice el seguimiento semanal a la carga de biodigestor y el mantenimiento anual. Se elaboren y se sigan los procedimientos para una adecuada carga con las proporciones ideales y el planeamiento adecuado para abastecer de biol al cultivo mientras se realiza el mantenimiento anual que implica la paralización de la biodigestión. Como resultado se tendría un cumplimiento de los objetivos con los resultados esperados.

En la tabla 6.23 se observa el incremento en los ingresos relacionados a la venta de palta hass, ya que, al aumentar el rendimiento en un 35%, los ingresos aumentan en la misma proporción.

Tabla 6.23

Incremento de las ventas: escenario esperado

	Ventas anuales (kg)	Ventas anuales (s/) (antes de la mejora)	% Incremento esperado	Incremento en ventas (después de la mejora) (S/)	% Utilidad promedio (después de la mejora)	Beneficio obtenido (S/)
Palta hass	78 104	397 138,98	35%	138 998,64	70%	97 299,05

Para este escenario el beneficio del proyecto es de 155 882,26 soles (ver tabla 6.24).

Tabla 6.24

Beneficios del proyecto escenario esperado

Implementación de mejora	Detalle del beneficio	Monto (S/)
	Reducción de costos relacionados a la compra de fertilizante químicos	4 302,3
Mejora en la actividad del cultivo de palta hass (aplicación de bioabonos extraídos de un biodigestor a través de un sistema de riego por goteo en el cultivo de palta hass)	Reducción de costos relacionados a la compra de compost	29 845,91
	Reducción de costos relacionados a combatir los hongos	1 935
	Reducción de costos relacionados a combatir las plagas	22 500
	Incremento de ingresos	97 299,05
	Beneficio del proyecto (primer año)	155 882,26

El beneficio esperado se proyecta durante los cinco años de duración del proyecto considerando un aumento del 3% anual, debido a que el rendimiento anual se incrementa en ese porcentaje, hasta que la planta alcance el nivel de maduración máximo. En la tabla 6.25 se puede observar el flujo de caja proyectado.

Tabla 6.25

Flujo de caja escenario esperado (S/)

Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		155 882	160 559	165 375	170 337	175 447
Costos de implementación	164 362	3 660	3 660	3 660	3 660	3 660
Flujo de efectivo	-164 362	152 222	156 899	161 715	166 677	171 787
Flujo de caja descontado	-164 362	117 546	93 558	74 463	59 265	47 167
Flujo de caja acumulado	-164 362	-46 816	46 742	121 205	180 470	227 637

La evaluación económica del escenario pesimista (ver tabla 6.26) arrojó un VAN positivo de 227 637,24 soles, además el TIR (92%) es mayor que el COK (29,5%) y el B/C tiene un valor mayor a 1, por lo que con un incremento en el rendimiento del 35% el proyecto es rentable. Por otro lado, en este escenario se estima que la inversión total se recuperará en 1 año y 6 meses.

Tabla 6.26

Evaluación económica escenario esperado

VAN	S/227 637,24
TIR	92%
B/C	2,38
PR	1,50

- Implementación con resultados optimistas.- Para el escenario optimista se considera un aumento del 53,5% en el rendimiento del cultivo de paltas. Este escenario se presentaría en el caso el que la construcción, implementación y puesta en marcha de la solución sea exitosa. El seguimiento y el mantenimiento se realicen a cabalidad con los procedimientos adecuados, las

buenas prácticas agrícolas relacionadas a la solución se respeten y los trabajadores se involucren totalmente en la solución y visión del fundo relacionado a la auto sostenibilidad, de manera que puedan aportar ideas innovadoras que mejoren aún más los procedimientos relacionados a la mejora y la adaptación de estos a su trabajo diario. Los resultados sería un cumplimiento de los objetivos superior a los esperados.

En la tabla 6.27 se observa el incremento en los ingresos relacionados a la venta de palta hass, ya que, al aumentar el rendimiento en un 53,5%, los ingresos aumentan en la misma proporción.

Tabla 6.27

Incremento de las ventas: escenario optimista

Ventas anuales (s/) (antes de la mejora)	%Incremento esperado	Incremento en ventas (S/) (después de la mejora)	% Utilidad promedio (después de la mejora)	Beneficio obtenido
397 139	53,5%	212 461	75%	159 345,75

Para este escenario el beneficio del proyecto es de 217 928,96 soles (ver tabla 6.28).

Tabla 6.28

Beneficio del proyecto escenario optimista

Implementación de mejora	Detalle del beneficio	Monto (S/)
Mejora en la actividad del cultivo de palta hass (aplicación de bioabonos extraídos de un biodigestor a través de un sistema de riego por goteo en el cultivo de palta hass)	Reducción de costos relacionados a la compra de fertilizante químicos	4 302,3
	Reducción de costos relacionados a la compra de compost	29 845,91
	Reducción de costos relacionados a combatir los hongos	1 935
	Reducción de costos relacionados a combatir las plagas	22 500
	Incremento de ingresos	159 345,75
	Beneficio del proyecto (primer año)	217 928,96

El beneficio esperado se proyecta durante los cinco años de duración del proyecto considerando un aumento del 3% anual, debido a que el rendimiento anual se incrementa en ese porcentaje, hasta que la planta alcance el nivel de maduración máximo. En la tabla 6.29 se puede observar el flujo de caja proyectado.

Tabla 6.29

Flujo de caja escenario optimista (S/)

Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficio		217 929	224 467	231 201	238 137	245 281
Costos de implementación	164 362	3 660	3 660	3 660	3 660	3 660
Flujo de efectivo	-164 362	214 269	220 807	227 541	234 477	241 621
Flujo de caja descontado	-164 362	165 459	131 666	104 773	83 372	66 342
Flujo de caja acumulado	-164 362	1 097	132 762	237 536	320 908	387 249

La evaluación económica del escenario pesimista (ver tabla 6.30) arrojó un VAN positivo de 387 249,34 soles, además el TIR (131%) es mayor que el COK (29,5%) y el B/C tiene un valor mayor a 1, por lo que con un incremento en el rendimiento del 53,5% el proyecto es rentable. Por otro lado, en este escenario se estima que la inversión total se recuperará en 11 meses y 28 días.

Tabla 6.30

Evaluación económica escenario optimista

VAN	S/387 249,34
TIR	131%
B/C	3,36
PR	0,99

6.5 Análisis de sensibilidad y riesgo

Se procederá a describir las variables independientes o de entrada y las dependientes o de salida para el análisis de sensibilidad que incluirá el análisis al VAN, TIR, al gráfico de tornado y araña.

- Variables independientes.- Se nombrarán las variables de entrada y las variables intermedias que forman al modelo y un cambio en el valor de estas afectan al resultado.

Precio

Para el análisis se tendrá en cuenta una posible variación en el precio que sigue una distribución triangular cuyos límites máximos y mínimos sean de 5 a 5,2 soles. Además, un posible cambio en esta variable afecta al nivel de ingresos que recibiría el fundo. Un cambio en el incremento de los ingresos afectaría directamente al beneficio del proyecto, el cual forma parte del flujo proyectado, del cual se obtienen las variables de salida VAN y TIR.

Rendimiento

El rendimiento puede variar dependiendo del escenario que se dé para el proyecto, de manera que el valor del rendimiento en t/ha siga una distribución triangular cuyos límites máximos y mínimos sean de 13,1 t/ha a 20 t/ha. Un cambio en el rendimiento afecta directamente al porcentaje de incremento de los ingresos. El incremento de ingresos afecta al beneficio total del proyecto, el cual forma parte del flujo proyectado de donde se obtiene el VAN y TIR.

Inversión inicial

La inversión inicial también es un valor que afecta al VAN, ya que se encuentra incluida en la fórmula del VAN y un imprevisto, en el cual la inversión pueda aumentar podría afectar directamente al VAN y TIR.

Costos de implementación

Además de la inversión inicial, se debe de tener en cuenta los costos de implementación anuales que ayudarán a mantener la mejora. Estos forman parte del flujo proyectado del proyecto, del cual se sacan los datos para la fórmula del VAN y TIR, por tal motivo se considera la variable independiente.

Reducción de costos totales

La suma de la reducción de costos totales y el incremento de los ingresos da como resultado el beneficio total del proyecto, el cual aumenta 3% anual. El beneficio forma parte del flujo proyecto del proyecto, del cual se extraen los

datos para la fórmula del VAN y TIR, por lo que se considera una variable independiente.

% Utilidad promedio

El porcentaje de utilidad promedio influye en la fórmula para hallar el incremento de los ingresos, el cuales a su vez influye en el beneficio total del proyecto, que forma parte del flujo proyectado de donde se obtiene el VAN y TIR.

COK

El costo de oportunidad influye directamente en la fórmula del VAN, por lo que se considera una variable independiente.

- Variables dependientes

VAN

El valor actual neto dependerá de las variaciones que puedan ocurrir en las variables independientes. El valor el VAN debe ser mayor a cero. Con el análisis de sensibilidad, se podrá saber el nivel de riesgo de que el VAN sea negativo, además de qué variable independiente influye más en el VAN.

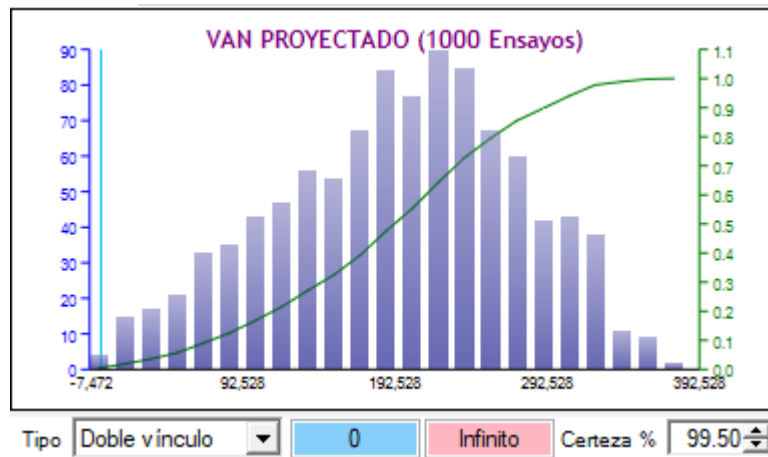
TIR

La tasa interna de retorno nos indica el nivel de rentabilidad que tiene el proyecto, el cual tiene que ser superior al COK. Con el análisis de sensibilidad se podrá conocer el porcentaje de que esto ocurra.

- Análisis del VAN y TIR.- Del análisis de sensibilidad realizado al VAN, podemos afirmar que existe una probabilidad del 99.50% que el VAN sea positivo, es decir, que el proyecto sea viable (ver figura 6.1).

Figura 6.1

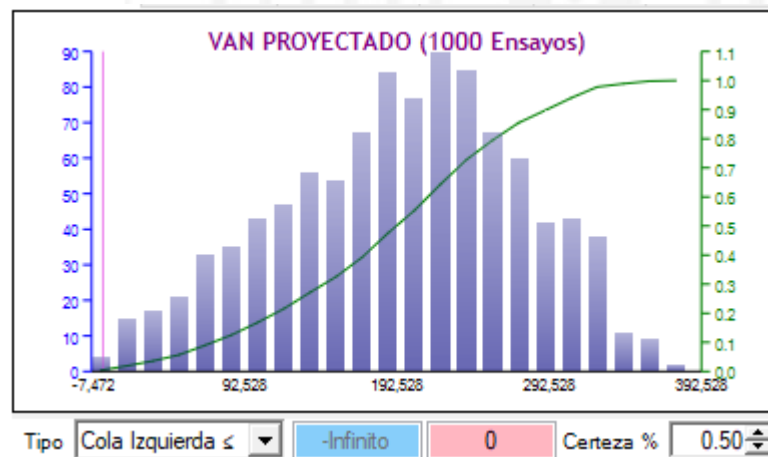
VAN Proyectado y probabilidad que sea positivo



Como se observa en la figura 6.2 Hay una probabilidad del 0,5% de que el VAN sea negativo, en consecuencia, que el proyecto no se viable.

Figura 6.2

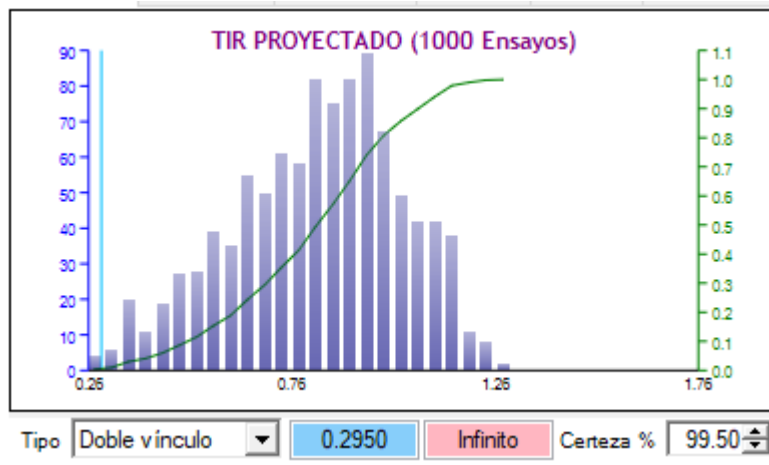
VAN Proyectado: Riesgo de inversión en el proyecto



Con respecto al TIR, el porcentaje de probabilidad de que este sea mayor que el COK (29,5%) es de 99,5%. Por lo tanto, tomando en cuenta la tasa interna de retorno, el proyecto es viable en un 99,5% como se observa en la figura 6.3.

Figura 6.3

TIR Proyecto: Probabilidad que sea mayor al COK



- **Análisis de tornado y araña.**- Para el análisis de tornado y araña se utilizaron las variables independientes. En la tabla 6.31 se pueden observar los resultados obtenidos de la simulación. Una tabla tornado de resultados organiza todas las entradas que le dan forma al modelo, empezando por las variables de entrada que tiene un impacto más grande en los resultados. Teniendo en cuenta esto, si se observa la tabla 6.31 se concluye que las variables de entrada “precio” y rendimiento” son las que más impactan en el VAN.

Tabla 6.31

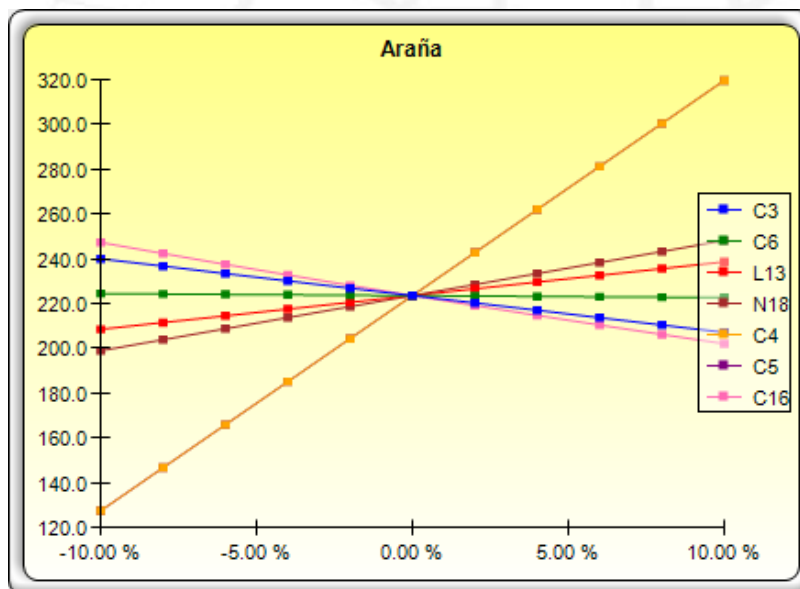
Resultados de la simulación

Celda precedente	Valor base: 223 604,82			Cambio de ingreso		Valor caso base
	Resultado inferior	Resultado superior	Rango de efectividad	Ingreso inferior	Ingreso superior	
C5: precio	127 464,92	319 744,74	192 279,82	4,57627	5,59322	5,084746
C4: rendimiento	127 464,92	319 744,74	192 279,82	15,75	19,25	17,5
N18: % utilidad promedio	198 978,36	248 231,29	49 252,93	63%	77%	70%
C16: cok	247 323,22	202 093,68	45 229,54	26,55%	32,45%	29,50%
C3: inversión inicial	240 041,03	207 168,63	32 872,40	147 926	180 798	164 362
L13: reducción de costos totales	208 534,58	238 675,07	30 140,49	52 724.89	64 441,53	58 583,21
C6: costo de implementación anual	224 504,85	222 704,8	1 800,05	3 294	4 026	3 660

En la figura 6.4 se observa el análisis de araña, el cual, tal como lo indica el nombre se asemeja a una araña con extremidades largas. La pendiente positiva indica una relación positiva, mientras que la pendiente negativa indica lo contrario. En el eje de las ordenadas (Y), se observa los valores del VAN (expresado en miles de soles), que cambian de acuerdo a las variables independientes. Del análisis de araña se obtiene que la variable Rendimiento tiene una correlación alta positiva con el VAN, mientras que el precio tiene una correlación baja positiva con el VAN. Esto quiere decir que a medida que aumenten dichas variables el valor del VAN aumentará. Por supuesto, el VAN aumentará en un mayor porcentaje si aumentase el rendimiento, ya que la correlación es más alta.

Figura 6.4

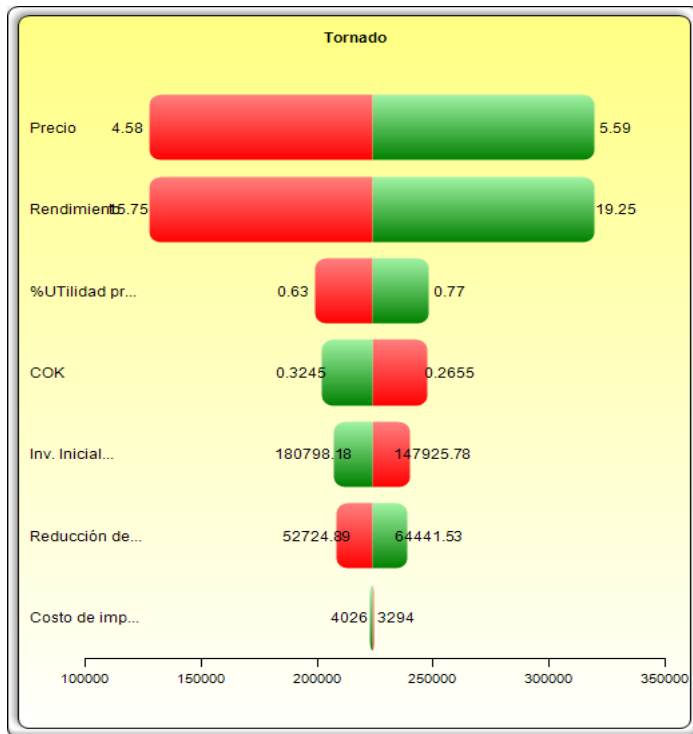
Gráfico de araña de variables independientes



De acuerdo a la gráfica de tornado (ver gráfico 6.5), el proyecto será más rentable si se presenta un precio de 5.59, un rendimiento de 19.25, un porcentaje de utilidad promedio del 77%, un COK del 32.45%, una inversión inicial de 180 708,18 soles, una reducción de costos de 64 441.53 y un costo de implementación anual de 4 026 soles.

Figura 6.5

Gráfico de tornado



6.6 Impacto de la solución propuesta

6.6.1 Impacto Social

La mejora planteada generará un impacto social positivo, debido a que con la tecnología aplicada se mejora la calidad de vida de los trabajadores y dueños del fundo. Al incluir a los trabajadores en el proyecto e involucrarlos en los nuevos procedimientos podrán utilizar los conocimientos adquiridos para ganar experiencia y proponer mejoras que puedan beneficiarlos en su calidad de vida, ya que ellos junto a sus pequeñas familias residen dentro de fundo. En el caso del biodigestor, se puede generar electricidad a partir de un generador; por otro lado, el biogás se puede utilizar en la cocina como sustituto a los balones de gas, mediante un sistema de tuberías de PVC y un filtro de viruta de hierro para que atrape los olores y partículas que puedan afectar la calidad de la llama.

Al implementar el sistema de riego por goteo y las piscinas de geomembrana los trabajadores pasarán de ser operarios a operadores con las capacitaciones que recibirán del ingeniero agrónomo del fundo quien tiene amplia experiencia en los sistemas de fertirriego. Esto significará un incremento en el desarrollo de sus habilidades competitivas en sector agrícola. Finalmente, un mayor ingreso al fundo significa que los

bonos por aumento de producción se verán incrementados, por lo que los trabajadores podrán recibir una mayor cantidad de ingresos para invertir en proyectos propios como estudios universitarios y de vivienda.

- Análisis de indicadores sociales.- Para medir el impacto social del proyecto utilizaremos la relación producto – capital, intensidad de capital y densidad de capital como indicadores sociales.

Para ello primero hallaremos el valor agregado como se muestra en la tabla 6.32.

Tabla 6.32

Valor agregado

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	801 744	817 760,94	834 258,39	851 250,76	868 752,90
Materia Prima e Insumos	59 850,94	61 047,96	62 268,92	63 514,30	64 784,58
Valor agregado	741 893,06	756 712,98	771 989,47	787 736,46	803 968,32
Valor agregado actual	1 880 420, 46				

- Relación producto – capital.- Mide la relación entre el valor agregado generado en el proyecto sobre la inversión total. Como se observa en la siguiente ecuación por cada sol invertido en el proyecto se genera S/ 11,44 de valor agregado.

$$\text{Relación producto – capital} = \frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión total}} = \frac{1\ 880\ 420,46}{164\ 362} = 11,44$$

- Intensidad de capital.- Es la capacidad de la empresa de generar valor agregado en base a su inversión total. Se muestra que, por cada sol agregado, se requiere de 0,09 soles de inversión en el proyecto.

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Valor agregado}} = \frac{164\ 362}{1\ 880\ 420,46} = 0,09$$

- Densidad de capital.- Es el costo que involucra generar un empleo. En este caso como se observa a continuación, se necesita 41 090 soles de inversión frente a los 4 puestos de empleo que tiene el fundo.

$$\text{Densidad de capital} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Nº de empleos}} = \frac{164\,362}{4} = 41\,090$$

6.6.2 Impacto Ambiental

La mejora propuesta generará un impacto positivo para el medio ambiente, principalmente, porque se está reduciendo el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas químicos en el cultivo. Además, con la implementación del sistema de riego por goteo se puede evitar el derroche de agua, ya que solo se suministra la cantidad necesaria por planta. Por otro lado, todo el guano que se obtiene de la crianza de cuy será utilizado para construir las composteras y realizar las cargas semanales que alimentarán al biodigestor, por lo que ya no existirá la necesidad de deshacerse de los desechos en las fuentes de agua cercanas al fundo.

De esta manera, el proyecto contribuye a reducir el impacto que tienen sobre el ambiente. Con el uso adecuada de fertilizantes, se evita la contaminación de agua, ya que estos son arrastrados por la lluvia. También se reduce la degradación del suelo junto al uso de bioabonos y el cuidado necesario que requiere el suelo, de esta manera ayuda al fundo a continuar cultivando en los próximos años. Finalmente, al reemplazar los plaguicidas y fungicidas por hongos naturales, ayudamos a reducir el impacto negativo sobre el aire.

- Análisis de indicadores ambientales.- En la tabla 6.33 se observa que hubo una reducción en el uso de fertilizantes químicos en un 67,87%. El pH aumento en un 18,18% acercándose a su valor óptimo de 6,6. Además, el compost requerido disminuye en un 62,62% y por último la materia orgánica aumenta en 60% alcanzando su nivel óptimo. Este último evita que el pH disminuya, así se reduce la carga de fertilizantes químicos y se aprovecha los fertilizantes orgánicos que evitan que el suelo continúe dañándose con el pasar de los años.

Tabla 6.33*Cantidad de fertilizantes químicos por planta*

	Cantidad de fertilizantes químico por planta (kg/planta) x año	PH	Compost requerido (t/año)	Materia Orgánica %
Antes de la mejora	0,5031	5,5	170	0,03
Después de la mejora	0,16165	6,5	63,55	0,04
Variación	0,34145	1	106,45	0,02
Variación (%)	- 67,87%	18,18%	-62,62%	60,00%

Se elimina el uso de fungicida en un 100%, puesto que se reemplaza por el hongo antagonista a un menor costo que el fungicida. Lo que reduce también la contaminación del suelo y aire al ser un químico (ver tabla 6.34).

Tabla 6.34*Cantidad requerida de hongo antagonista*

	Recurso	Cantidad requerida bolsas/año	Costo por bolsa (s/ /bolsa)	Costos relacionados (\$/ / año)
Antes de la mejora	Fungicida	18,00	227,5	4 095
Después de la mejora (eliminar costos relacionados a fungicidas)	Fungicida	0	0	0
	Hongo antagonista	108,00	20	2 160

Según la tabla 6.35 se observa que se elimina el uso de plaguicida a un 100%, ya que su función será reemplazada por un enemigo natural de la plaga. De esta forma se reduce la contaminación del ambiente.

Tabla 6.35*Uso de enemigo natural de la plaga*

	Recurso	Cantidad requerida (litro/año)	Costo por bolsa (s/ /litro)	Costos relacionados (\$/ / año)
Antes de la mejora	Plaguicida	400	60	24 000
Después de la mejora (eliminar costos relacionados a plaguicidas)	Plaguicida	0	0	0
	Enemigo natural de la plaga	-	-	1 500

CONCLUSIONES

- La aplicación de bioabonos obtenidos de un biodigestor permitirá mejorar el rendimiento del cultivo en un 35%, debido a las propiedades potenciadoras del rendimiento en la planta y las propiedades de mejora en el suelo del cultivo, además de la mejora en la eficiencia de distribución de los nutrientes en el agua de riego gracias al uso del sistema de riego por goteo.
- Se identificó una oportunidad de mejora por cada actividad relevante desarrollada en el fundo: en primer lugar, relacionado al cultivo de palta hass, la actividad más importante evidenciada en el ranking de factores, se presenta un rendimiento de cultivo estancado de 13,5 t/ha, debajo de lo óptimo para esa región; en segundo lugar, respecto a la crianza de cuyes, se encontró una tasa de mortalidad elevada de 9%; por último, respecto a la producción de guano y compost se encontró que el compost producido solo representa el 3,57% del compost que realmente se necesita en el fundo.
- Se seleccionó como problema principal el bajo rendimiento en el cultivo, debido a que involucra a la actividad más relevante para el fundo teniendo en cuenta criterios como nivel de participación en los ingresos, el nivel de apoyo de los dueños y el impacto ambiental que genera, asimismo, las causas raíces del problema principal son el uso de fertilizantes, pesticidas, fungicidas químicos y el sistema de riego por gravedad, los cuales debilitan el suelo, además, este último ocasiona humedad excesiva en el canal de riego, lo que favorece la aparición y propagación de hongos.
- La solución principal se define de acuerdo a las causas raíces encontradas, por lo que se propuso la construcción de un biodigestor que será cargado con compost y guano de cuy, los cuales son criados en el fundo, para la obtención y aprovechamiento de los bioabonos en el cultivo de palta hass, de manera que se pueda aumentar el rendimiento del cultivo además, se implementará un sistema de riego por goteo -con piscinas de geomembrana donde se realizará la mezcla de agua y biol- para aprovechar hasta en un 95% el agua de riego y la absorción de nutrientes, además de una reducción significativa de humedad en el canal de riego que evitará la aparición

de hongos y su propagación a los paltos sanos. Asimismo, se utilizará soluciones naturales a los hongos y plagas como hongos antagonistas y enemigos naturales de la plaga araña roja.

- Para la construcción del biodigestor se tomó en cuenta aspectos fundamentales como el tipo de biodigestor más apropiado, de acuerdo a su capacidad, el tiempo de biodegradación, el tipo de suelo, la facilidad de mantenimiento y reparaciones y la proporción de carga, asimismo, los análisis del suelo fueron relevantes para hallar la dosis por planta, el reajuste en el plan de compostaje y en el plan de fertilización, por último, los últimos análisis fitopatológicos de planta y microbiológico de hongos permitió conocer las enfermedades presentes y buscar soluciones naturales efectivas que también funcionarán como preventivos.
- Desde el punto de vista técnico, existe la tecnología en Perú para aplicar la mejora, además se han venido desarrollando proyectos similares en la zona andina. Por otro lado, desde el lado social, el proyecto beneficiará a los trabajadores del fundo, ya que los conocimientos adquiridos con las nuevas tecnologías mejorarán su competitividad en el sector agrícola y, desde el punto de vista ambiental, la comunidad ya no verá afectado de manera grave el ecosistema con el vertimiento de residuos de cuy a las fuentes de agua. El proyecto es viable económicamente, ya que tiene un VAN positivo de S/227 667,24 y una tasa interna de retorno (TIR) de 92%, la cual es mayor al COK (29,5%), además el proyecto presenta un nivel de riesgo del 0,5%, siendo el precio y el rendimiento las variables que afectan en mayor proporción y de manera positiva al VAN.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda estar actualizados con los avances tecnológicos aplicados a la agricultura para que estos puedan ser implementados y sigan incrementando el rendimiento del cultivo, además brindar capacitaciones para los trabajadores sobre las buenas prácticas agrícolas para preservar el cuidado del suelo.
- De acuerdo a la principal oportunidad de mejora que es el rendimiento del cultivo, se sugiere la reducción del uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y pesticidas. Estos deben ser reemplazados por fertilizantes naturales que se pueden obtener del biodigestor, hongos beneficiosos para el fundo y enemigos naturales que combatan las plagas que atacan a los cultivos. Respecto a la tasa de mortalidad de cuyes, se recomienda cambiar los galpones horizontales por verticales para evitar aglomeraciones, además tener un adecuado procedimiento de tratamiento de enfermedades. Por último, en relación al compost, se sugiere identificar el requerimiento exacto y aprovechar los residuos para alimentar el biodigestor.
- Respecto al bajo rendimiento del cultivo se recomienda aplicar tecnologías limpias como el biodigestor para la obtención de bioabonos que servirán para reducir el uso de fertilizantes químicos. Para eliminar el uso de plaguicidas y pesticidas se sugiere hongos naturales beneficiosos para el fundo y enemigos naturales que combatan las plagas que atacan a los cultivos. En relación al riego, se recomienda cambiar a un sistema de riego por goteo para evitar el contagio de enfermedades entre plantas.
- En relación a la implementación del biodigestor, se recomienda hacer mantenimiento una vez al año. Además, se recomienda realizar un cronograma y una guía para alimentar el biodigestor de manera correcta y con la cantidad de abono necesario.
- De acuerdo a los aspectos fundamentales del proyecto, se sugiere continuar con el análisis del suelo para ver los nutrientes faltantes que puedan ayudar a incrementar el rendimiento del cultivo en los próximos años. Se recomienda tener un control sobre las enfermedades que puedan atacar a las plantas buscando microorganismos naturales que puedan combatir.
- Se recomienda implementar este tipo de tecnología en fundos agropecuarios que se dediquen tanto a la crianza de animales como al cultivo en pequeña y mediana escala,

ya que los residuos orgánicos de origen animal y vegetal se pueden aprovechar para su utilización en el manejo del suelo y nutrición de las plantas, asimismo, su comercialización se puede ver como una nueva línea de negocio.



REFERENCIAS

- Acosta Bedoya, F., Martí Herrero, J., & Gonzáles, L. (2013). *Plan del programa nacional de biodigestores el Perú*. https://beegroup-cimne.com/kt-content/uploads/2017/02/2013_PNB_Peru_Plan.pdf
- Agrolac Andina. (19 de mayo de 2017). *Ficha de datos de seguridad Abamectina 1.8% p/v EC. Perú*. http://www.agrolac.com/wp-content/uploads/2017/11/Ficha-Seguridad-Abamectina-18-EC_AG-Andina-SAC.pdf
- Almanza Mamani, F. (2011). *Construcción y evaluación de un biodigestor modelo chino mejorado para zonas andinas* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/>
- Alternativa ecológica. (01 de mayo de 2011). *Jaulas para cuyes*. <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/jaulas-para-cuyes.html>
- Álvarez, Steinbach, Álvarez, Salas, & Grigera. (14 de mayo de 2002). *Materia orgánica y fertilidad de los suelos en Pampa Ondulada. Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 14. [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/0FC500FDFAD0D85A8525799C0058CD95/\\$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/0FC500FDFAD0D85A8525799C0058CD95/$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf)
- Álvaro, G. J. (18 de Julio de 2019). *Microorganismos, los grandes desconocidos de nuestro suelo. Fertibox*. <https://www.fertibox.net/single-post/microbiologia-agricola>
- Aparcana Robles, S. (1 de diciembre de 2008). *German Professional Energy and enviromental consultancy*. German ProfEC. http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf
- Apaza Apaza, D. E. (2013). *Compostaje y biodigestión con subproductos de camal en Puno - Perú*.
- Ascencios Templo, D. (2012). *Guía técnica. Sistema de riego en el cultivo de palto*. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/031-c-palto.pdf>
- Ataucusi Quispe, S. (noviembre de 2015). *Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. <http://www.caritas.org.pe/documentos/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
- Barletta, F., Pereira, M., Robert, V. & Yoguel, G. (2013). *Argentina: dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos. Revista de la CEPAL* (110), 137-155. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/50511/RVE110Yoqueletal.pdf>

- Barrena Gurbillón, M., Cubas Alarcón, F., Gosgot Angeles, W., Ordinola Ramírez, C. & Huanes Mariño, M. (2019). Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol de bovino, Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 725-734. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26214>
- Barrena, M., Julca, J., Hellenthal, M., & Ordinola, C. (2017). Rendimiento del biogas como combustible para cocina e iluminación producido en biodigestor tubular en la Providencia, Luya – Amazonas. *INDES Revista de investigación para el desarrollo sustentable*, 3(1), 117-124. <http://dx.doi.org/10.25127/indes.20153.139>
- Bello Moreira, I., Vera Delgado, H., Vera Baque, C., Macías Chila, R., Anchundia Muentes, X. & Avellán Chanca, M. (2016). Fertilización foliar con Biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) valorando rendimiento. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR*, (28), 17-25. <https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/169/183>
- Blach, M. (2017). Riego por aspersión. *123RF*. https://es.123rf.com/photo_25392917_riego-por-aspersi%C3%B3n-c%C3%A9sped.html
- Bolívar Fúquene, H., & Ramírez Hernández, E. (2012). *Propuesta para el diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá. Bogotá, Colombia*. <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3154083/DOCUMENTO+FINAL.pdf>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. & Noriega, M. (s. f.). *Mejora Continua de los Procesos*.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. & Noriega, M. (s. f.). *Mejora Continua de los Procesos*.
- Camasi Montes, C. F. (2019). *Costo de Oportunidad del Sector Agrícola Comercial Exportador en el Perú: 1998-2017*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4205/camasi-montes-carlos-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campo Rivero, O. (2012). Sistema integral tratamiento de residuos de granjas lecheras mediante la digestión anaerobia en Perú. *DELOS: Desarrollo local sostenible*, 5(14). <http://www.eumed.net/rev/delos/14/ocr.html>
- CARE PERU. (octubre de 2016). *Manual de Biodigestores*. <http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2016/11/Manual-de-Biodigestores-Final.pdf>
- Castellanos, J. (2014). *Acidez del suelo y su corrección*. <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo>

- Centro de Ecología y Género. (2017).
http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/manual_crianza_cuyes.pdf
- Choy, M. & Chang, G. (2014). *Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú*. Banco Central de Reserva del Perú.
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>
- COMUNICACIÓN GARDENEAS. (02 de diciembre de 2016). Ventajas y desventajas del riego por goteo. <https://gardeneas.com/ventajas-del-riego-por-goteo-y-desventajas/>
- COMUNICACION GARDENEAS. (17 de setiembre de 2019). Ventajas de riego por aspersión. <https://gardeneas.com/ventajas-del-riego-por-aspersion/>
- Consultoria, capacitaciones e inversiones S.A.C. (2019). Red de Multiservicios Regionales. <http://www.rmr-peru.com/crianza-de-cuyes.htm>
- Darrouy Palacios, N. (2000). Desarrollo de una crianza masiva de *Stethorus histrio* Chazeau biocontrolador de la arañita roja del palto (*Oligonychus yothersi* Mc Gregor). http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/D-E-F/DarrouyNicole2000.pdf
- Demanda de productos orgánicos peruanos se incrementó en 17%. (28 de Setiembre de 2016). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/demanda-productos-organicos-peruanos-incremento-17-147961-noticia/>
- Durand Villegas, P. (2018). *Producción de biol utilizando mezcla de heces vacunos y cuypara mejorar la proucción de alfalfa (Medicago sativa) Pariacoto, 2018*. Perú (Tesis de Grado, Universidad César Vallejo). Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28019>
- Ecoterrazas. (08 de junio de 2013). *Insecticidad naturales*.
<https://www.ecoterrazas.com/blog/insecticidas-naturales/>
- Efecto de los abonos orgánicos en la agricultura ecológica. (17 de abril de 2019). *InfoAgro*. <https://mexico.infoagro.com/efecto-de-los-abonos-organicos-en-la-agricultura-ecologica/#:~:text=El%20uso%20de%20los%20abonos,el%20cultivo%20de%20las%20cosechas.&text=El%20uso%20de%20fertilizantes%20qu%C3%ADmicos,el%20rendimiento%20de%20las%20cosechas>
- FixR. (2019). *Guías de precios*. <https://www.fixr.es/guias-de-precios/sistema-riego>
- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima. Proyecto “Mi chacra emprendedora – Haku Wiñay”. <https://issuu.com/bleu.veris/docs/foncodes>
- Fregoso, M., Cerrato, R.F., Barra, J.E., González, G., Santos, J.T., Gómez, L.B. & Pérez, G.P. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana*, 19, 353-362.

- Freire Freire, K. (2019). *Evaluación de un residuo líquido orgánico obtenido de un biodigestor en el rendimiento del cultivo de cebolla de rama (Allium fistulosum Linnaeus)* (Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29774>
- García Nieto, J. P. (2013). *Construye tu Web comercial: de la idea al negocio*. RA-MA.
- García, R. (17 de Noviembre de 2017). Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura. http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Garcia-Rafael_biodigestor.pdf
- Gardiazabal, F. (abril de 2017). Palto Hass de altísima densidad con bioreguladores al suelo. *Redagrícola*. <http://www.redagricola.com/cl/palto-hass-de-altisima-densidad-bioreguladores-al-suelo/>
- Gómez Soria, M. (s. f.). *Obtención de biol por degradación de desechos orgánicos de conejo cuy provenientes del criadero de la FACV. Bolivia*.
http://quimica.fni.uto.edu.bo/images/docspdf/Obtenci%C3%B3n_del_Biol.pdf
- Grupo SACSA. (26 de junio de 2016). Desventajas que tiene el uso de pesticidas Químicos. <http://www.gruposacsa.com.mx/desventajas-que-tiene-el-uso-de-pesticidas-quimicos/>
- Guailupo Príncipe, J., Motta Serrano, D., & Quiroz Flores, S. (07 de Junio de 2017). *Gestión de residuos orgánicos en el restaurante el mesón - Santa Anita para la producción de biogás* (Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Repositorio Institucional PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9266>
- Guerrero, L. (06 de mayo de 2019). *Tipos de biodigestores y sus diseños*.
<https://www.aboutspanol.com/tipos-de-biodigestores-y-sus-disenos-3417696>
- Incentivan producción de palta Hass con fines de exportación en Huancavelica. (30 de junio de 2018). *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-incentivan-produccion-palta-hass-fines-exportacion-huancavelica-715082.aspx>
- INGEMECANICA. (2017). *Cálculo de instalación de Riego por goteo*.
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>
- Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior. (2017). *Palta*.
<https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/estudiopaltas/paltas.pdf>
- Instituto Regional de Estudios de Sustancias Tóxicas. (2020). *Manual de plaguicidas de Centroamérica*.
<http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/6-abamectina>
- Jara Pedreros, R. (24 de junio de 2011). *Biogás cuy*.
<https://es.slideshare.net/royjarap/biogas-cuy>

- León Carrasco, J. C. (4 de julio de 2013). Rendimiento promedio de palta hass en la sierra es de 33% mayor al de la costa. *Agraria*.
<http://agraria.pe/noticias/rendimiento-promedio-de-palta-hass-en-la-sierra-es-de-33-ma-4746>
- Leon Tipe, J. M. (2016). Poder residual de algunos plaguicidas utilizados en el cultivo de palta (*Persea americana* Mill.) sobre *Amblyseius chungas* y *Neoseiulus californicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE). Perú.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2003/H10-L46-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Locoli, G., Zabaloy, M., Pasdevicelli, G. & Gómez, M. (2019). Use of biogas digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of *Lactuca sativa* L. *Science of The Total Environment*, 647, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.444>
- Luppichini Blu, P., Olivares Pacheco, N. & Montenegro Molina, J. (2017). Guía de campo, plagas del palto y sus enemigos naturales. MIP PALTO-INIA, 110.
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38782.pdf>
- Manejo de suelos y mejoradores de flujo de nutrientes para superar situaciones de estrés en uva de mesa. (julio de 2017). *Redagícola*.
<http://www.redagricola.com/pe/manejo-suelos-mejoradores-flujo-nutrientes-superar-situaciones-estres-uva-mesa/>
- Manrique, R. (octubre de 2019). Producción orgánica bajo la lupa. *Redagícola*.
<https://www.redagricola.com/pe/produccion-organica-la-lupa/>
- Marti Gerrero, J. (2008). Biodigestores de polietileno tubular. Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares de bajo costo para trópico, valle y altiplano. Bolivia.
https://www.researchgate.net/publication/282156621_Biodigestores_familiares_Guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2008
- Martí, I.F., Uggetti, E., Poggio, D. & García, E.V. (2015). *Producción de biogás a partir de residuos orgánicos en biodigestores de bajo coste* [Sesión de conferencia]. II Congr s UPC Sostenible, Barcelona, España.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Producci%3%B3n-de-biog%3%A1s-a-partir-de-residuos-organicos-Mart%3AD-Uggetti/dc25d409e5e47eefc3609e322cfe72998ed7b2bf?p2df>
- Materia orgánica y compost: De desecho orgánico a herramienta agronómica de sustentabilidad Simpsonio de la International Society Horticultural Science. (marzo 2017). *Redagícola*. <https://www.redagricola.com/cl/materia-organica-compost-desecho-organico-herramienta-agronomica-sustentabilidad-simposio-la-international-society-for-horticultural-science/>
- Mena Chacón, L., Guido Juan, S. & Patricia, C. (2017). Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia*

- Agropecuaria*, 8(4), 357-366.
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1639>
- Mendoza Davalos, K. (Ed.). (2016). *Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/184>
- Mendoza Pariona, D. R. (2019). (G. R. Mendoza Huamaní, & Y. N. Ochoa Candiotti, Entrevistadores)
- Mendoza Patiño, I. (29 de marzo de 2019). Como tener un buen cultivo de palta. (G. Mendoza Huamani, & Y. Ochoa Candiotti, Entrevistadores)
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2011). *INIA presenta tecnologías que harán más competitiva producción de palto de pequeños agricultores. Perú*.
<http://minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2011/6237-inia-presenta-tecnologias-que-haran-mas-competitiva-produccion-de-palto-de-pequenos-agricultores>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Perú un campo fértil para sus inversiones*.
<http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgca/palta.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Ganadero*.
<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/dg-ganaderia/plan-nacional-ganadero-2017-2027.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). *José Arista expuso a productores las principales acciones del sector*. Ministerio de Agricultura y Riego
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *La Situación del Mercado Internacional de la Palta. Lima*.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2011). *INIA presenta tecnologías que harán más competitiva producción de palto de pequeños agricultores. Lima, Perú*.
<http://minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2011/6237-inia-presenta-tecnologias-que-haran-mas-competitiva-produccion-de-palto-de-pequenos-agricultores>
- Muñoz, L. (30 de mayo de 2016). *Riego por Microaspersión: qué es, ventajas e inconvenientes*. <https://www.agrohuerto.com/riego-por-microaspersion>
- O´Farrill - Nieves, H. (30 de abril de 2008). Universidad de Puerto Rico Mayagüez - UPRM. <http://academic.uprm.edu/ofarrill/HTMLObj-323/biorational.pdf>
- Olaya Arboleda, Y. (Julio de 2009). Fundamentos para el diseño de biodigestores. Palmira. <http://www.edukations.com/wp-content/uploads/2019/01/Fundamentos-de-biodigestores.pdf>
- Ordoñez, R. (2003). *Plan de introducción de la carne de cuy en Lima Metropolitana: Estudio de Mercado y Propuesta Empresarial*.

- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1982). *Estadística agrícola: estimación de las superficies y de los rendimientos de los cultivos*.
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/World_Census_Agriculture/Publications/FAO_ESDP/ESDP_22_Spa_Estimaci%C3%B3n_de_las_superficies_y_de_los_rendimientos_de_los_cultivos.pdf
- Oscoco Aldazabal, L. (Ed.). (2010). *Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palto*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
<https://es.calameo.com/books/004049739a2f0b833ec05>
- Ozlu, E., & Kumar, S. (2018). Respuestas del estiércol de ganado a largo plazo en las propiedades físicas e hidráulicas del suelo bajo una rotación de maíz y soja en dos ubicaciones en el este de Dakota del Sur. *Soil Science Society of America Journal*, 82(5), 1459-1467. <https://doi.org/10.2136/sssaj2018.02.0082>
- Pautrat Guerra, J. A. (2010). *Diseño de biodigestor y producción de biogás con excremento vacuno en la granja agropecuaria de Yauris* (Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Repositorio Institucional UNCP.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2939>
- Pequeños productores de palto mejorarán cultivo con nuevas tecnologías del INIA. (14 de diciembre de 2011). *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-pequenos-productores-palto-mejoraran-cultivo-nuevas-tecnologias-del-inia-390962.aspx>
- Pérez Medel, J. (2010). *Estudio y diseño de un biodigestor para la aplicación en pequeños ganaderos y lecheros* (Tesis de Grado, Universidad de Chile). Repositorio Institucional de la Universidad de Chile.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103926>
- Periche, E., Quiroz, R., Ramirez, M. & Yato, A. (2017). *Planteamiento Estratégico de la Palta en el Perú*.
- Perú casi duplicó venta de palta a EE.UU. en 2017 y demanda seguirá creciendo. (23 de enero de 2018). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/peru-duplico-venta-palta-ee-uu-2017-y-demanda-seguira-creciendo-225612-noticia/>
- Perú se consolida como segundo proveedor mundial de paltas. (04 de marzo de 2018). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/peru-consolida-segundo-proveedor-mundial-paltas-228551-noticia/>
- Poggio, Ferrer, Batet, & Velo. (2009). Adaptación de biodigestores tubulares de plástico a climas fríos. *Livestock Research for Rural Development*.
https://www.researchgate.net/publication/44898990_Adaptacion_de_biodigestores_tubulares_de_plastico_a_climas_frios
- Proyecto especial Chavimochic: Laboratorio de hongos beneficiosos. (s. f.).
http://www.chavimochic.gob.pe/images/boletines/Trichoderma_Viride_TAS.pdf
- Ripa, R., Vargas, R., Larral, P. & Rodríguez, S. (2017). Manejo de las principales plagas del palto. *INIA*.
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34134.pdf>

- Rodríguez Castillo, A. (2014). *Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (Zea mays L.)* (Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego). Repositorio Institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/865>
- Sabogal Wiese, J. (2015). *Estudio económico agrícola del departamento de Huancavelica*. <http://usmp.edu.pe/idp/wp-content/uploads/2017/03/Rese%C3%B1a-de-la-tesis-de-Sabogal.pdf>
- Senasa Contigo. (17 de abril de 2017). *Senasa: La tristeza del palto y recomendaciones para su control*. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-la-tristeza-del-palto-y-recomendaciones-para-su-control/>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (24 de mayo de 2018). *Acciones del MINAGRI y Comité Agrario impulsarán exportación de palta Hass en Huancavelica*. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/palta-hass-acciones-del-minagri-y-comite-agrario-impulsaran-exportacion-de-palta-hass-en-huancavelica/>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (diciembre de 2014). *Guía de buenas de prácticas agrícolas*. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-DE-BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS.pdf>
- Silva dos Santos, I. F., Braz Vieira, N. D., Bruni de Nóbrega, L. G., Mambeli Barros, R., & Tiago Filho, G. L. (2018). Assessment of potencial biogas production from multiple organic wastes in Brazil: Impact on energy generation, use, and emissions abatement. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.012>
- Soto Mendez, M. & Sulca León, B. (2017). *Cadena Productiva en el crecimiento económico de los productores de palta en el distrito de Lauricocha* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Repositorio digital.
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1655/Tesis%20C168_Sot.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- TANGEOMEX. (20 de Marzo de 2015). Precio de tanques .
http://www.tangeomex.com.mx/pdf_tangeomex/PRECIOS%20TANQUES%20SIN%20INSTALACION%20ENERO-MARZO-2015%20PESOS.pdf
- TILAPIACENTER. (2014). Tanques en geomembrana .
<http://tilapiacenter.com/index2/2014-08-26-03-53-2/geotanques-y-raceweys/tantil-tanques-circulares>
- Torres Andi, J. (Junio de 2016). Diseño de un biodigestor para la producción de biol a partir de excretas de ganado vacuno generado en la Finca "La Envidia" parroquia La Belleza, Cantón Francisco de Orellana Coca.
<http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/6173/1/236T0218.pdf>

- Torres, A. (Ed.). (2017). *Manual del cultivo del palto*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/13%20Manual%20Palto.pdf>
- Troya Jimenez, A. (Enero de 2018). “Efectos del uso agrícola y del control de plantas invasoras sobre la calidad del suelo en El Cascajo y Los Gemelos (isla Santa Cruz), y Cerro Verde (isla San Cristobal) en Galápagos. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15103/1/T-UCE-0017-CB-011-2018.pdf>
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (11 de noviembre de 2010). *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://lamolina.trabajando.pe/detallecontenido/idnoticia/8956/>
- Vargas Flores, M. (2013). *Red de Multiservicios Regionales*. <http://www.rmr-peru.com/forraje-verde-hidroponico.htm>
- Villacorta Ríos, P. (2017). Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivo de vid y granada para el fundo almudena en el distrito de salas provincia y departamento de Ica. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3419/villacortarios-patricia-angelica.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Zarepta, O. (27 de mayo de 2015). *Los Biodigestores, importancia y beneficios*. Civil Geeks. <https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-y-beneficios/>

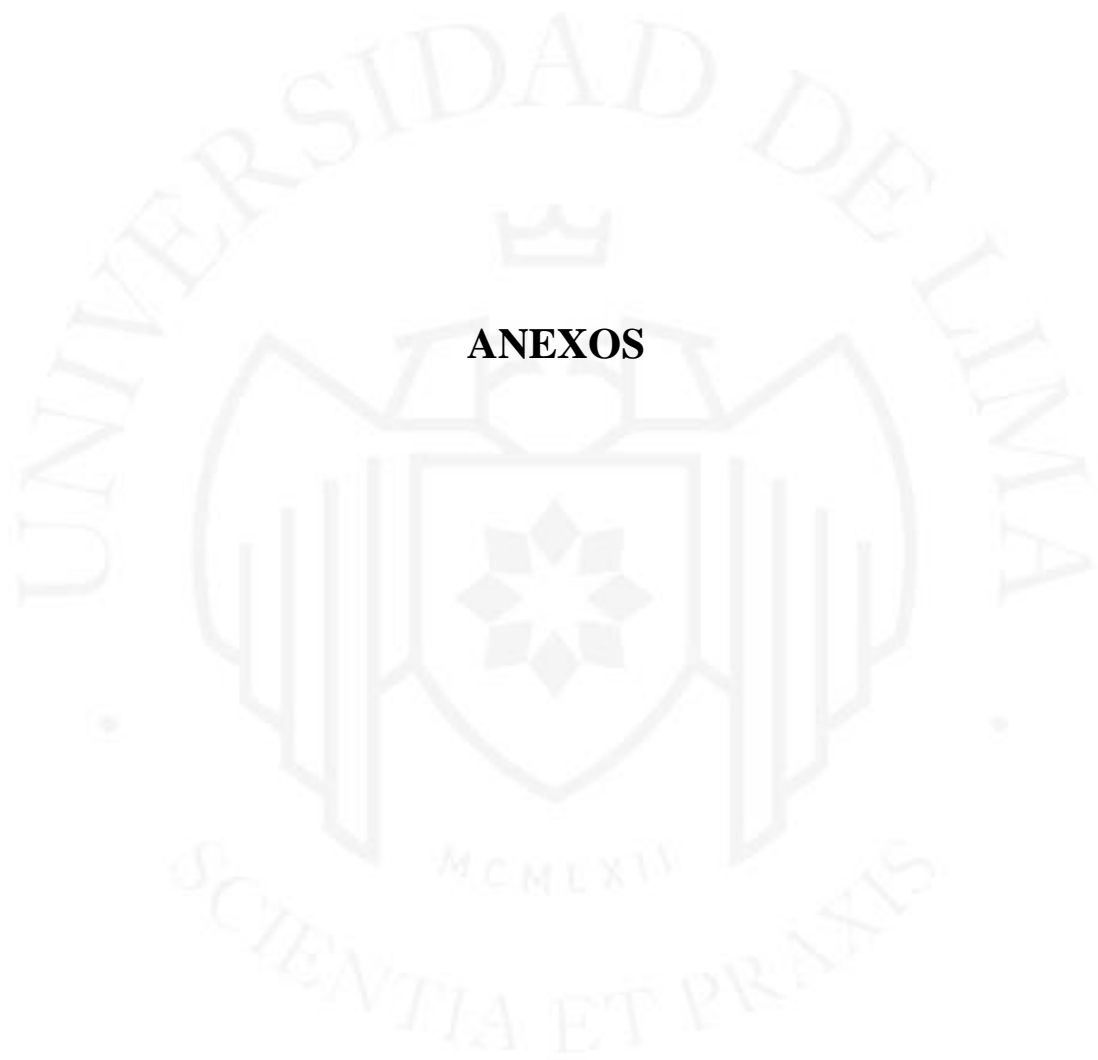
BIBLIOGRAFÍA

- Agro Bayer Perú. (s. f.). *Aliette 80% WP fungicida para el tratamiento de hongos Phytophthora y Pythium*.
https://agro.bayer.pe/?whg_rsrc=www.cropscience.bayer.pe
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. (enero de 2019).
<https://www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/formulario.2019-01-24.8840620935>
- Condori Mamani , P., Loza Murguía, M., Sainz Mendoza , H., Guzman Calla , J., Mamani Pati , F., Marza Mamani, F. & Gutierrez Gonzales , D. (2017). Evaluación del efecto del biol sobre catorce accesiones de papa nativa en la estación experimental kallutaca. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(1), 59-72. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2017.050100015>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria Perú. (2020). *Manejo de la Fertilización del cultivo de Palto* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=GZrNq36p7v8&feature=youtu.be>
- Interpretación de los análisis de compost. (2015).
https://www.gipuzkoa.eus/documents/2227195/2229015/interpretacioncompost_v1.pdf/26b0b56f-ff7d-af7c-56c6-0faac739b012
- Laurin , M., Llosa , M., Gonzales, V. & Porcuna , J. (2006). *El Papel de la agricultura ecológica en la disminución del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios químicos*.
- Ministerio del Ambiente - Perú. (2015). *Casa Blanca: El pequeño paraíso de Carmen y Ulises (programa completo)* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=pWeDYqFsebQ&feature=youtu.be>
- Mundo Agropecuario. (noviembre de 2018). *Impacto de los fertilizantes en la salud del suelo*. <https://mundoagropecuario.com/impacto-de-los-fertilizantes-en-la-salud-del-suelo/>
- Peña Córdova, A. (2019). *Aplicación de tres niveles de biol sobre el rendimiento y calidad del fruto de banano orgánico en el valle de Chira* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura). Repositorio DSpace.
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2080>
- Pozo Sanchez , G. (2019). *Caracterización del biol producido en biodigestor de tipo tradicional y cupula fija*.
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/632/1/T.AGROP.B.UEA.1152>

Redagícola. (Marzo de 2017). <https://www.redagricola.com/cl/materia-organica-compost-desecho-organico-herramienta-agronomica-sustentabilidad-simposio-la-international-society-for-horticultural-science/>

Siura, S., Montes , I., & Dávila , S. (2009). Efecto del biol y la rotación con Abono Verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de Espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico. *Anales científico*, 70(1), 1-8.
<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v70i1.64>





ANEXOS

Anexo 1: Entrevista a Dante Mendoza Pariona

Entrevista: Dante Remigio Mendoza Pariona

Cargo: Ingeniero agrónomo-Dueño de su propio fundo

Institución: Fundo San Juan

Entrevistador: Gianella Mendoza/Yanella Ochoa

Fecha: 15/09/2018

- ¿A quiénes les venden las paltas?

A empresas agroexportadoras como CAMET TRADING, VERDE FLOR, entre otras. Las empresas exportadoras son las que cosechan y van buscando a los pequeños agricultores, que usualmente tienen parcelas. Antes de cosechar toman las características de calidad (Materia seca >21%, ya la fruta está para cosechar y exportar)

- ¿Cuáles son los requisitos que solicitan las agroexportadoras para comprar las paltas?

Certificación del lugar de producción realizado por SENASA

- ¿Las paltas que ofrecen son orgánicas?

No, eso usualmente se ve en la costa.

- ¿Por qué considera que no es habitual sembrar palta Hass orgánica en la sierra?

No hay, puesto que en la sierra lo más importante es el volumen de producción, mientras mayor sea la producción más ganancias tendrá el productor; si cultiva paltas orgánicas el precio es mayor, pero el rendimiento baja drásticamente. Además, la inversión es superior.

- ¿Qué productos utiliza para mantener el rendimiento del cultivo?

Se usa fertilizante, pesticidas, agroquímicos. Se debería de echar una mezcla de fertilizante de 3 kg por cada planta y se debería abonar por lo menos 4 veces al

año. Los pesticidas se echan con bombas como rociarles, se echan con frecuencia, dependiendo de cómo se presenta la plaga por lo menos se hecha 8 o 9 veces al año. En la Sierra más que nada tenemos problemas con hongos.

- ¿Cuál es el costo de mantenimiento el primer año cuando aún no se puede realizar la cosecha?

Aproximadamente 8000, 9000 soles por hectárea. El segundo año el mantenimiento es ya de 6000 soles. Todo dependerá del nivel de cuidado que le des a tus plantas.

- ¿Cuánto les pagan por kg?

Entre 5-6 soles el kilogramo

- ¿Cuál es el rendimiento promedio del fundo?

12 a 13 ton por hectárea. Si las condiciones del suelo y la cantidad de fertilizantes es la adecuada entonces se podría alcanzar la meta de hasta 20 ton/ha. Nuestros paltos tienen cinco años, deberían de estar botando entre 30 a 40 kg por planta.

- ¿En qué favorece las condiciones ambientales (suelo, clima y agua) a la producción de paltas en Huancavelica?

Hasta los 1800 msnm es nicho ecológico para la producción de palta, a partir del cuarto año es considerado como producción. Todos los años hay palta, la época está entre febrero y abril.

- ¿Cuánto tiempo demora la palta en crecer?

Después de dos años las paltas se da la primera cosecha las paltas tienen un rendimiento de 30-40 kg por planta.

- ¿Muertes de paltos?

Por el momento no, pero lo más probable es que algunos no sobrevivan al próximo año. Se debe estar haciendo el control de plagas. Este año, el valle se ha contaminado. Están entrando enfermedades que no había. Se debe de preparar con un 1 mes de anticipación para evitar que ataquen las enfermedades.

- ¿Cuáles son las plagas más comunes que afectan a los paltos?

La única plaga que se ha visto es arañita roja, pero las matamos con los enemigos naturales de la arañita roja como la pupa de *Stethorus*, *oligota pigmaea*.

- ¿Qué enfermedades están apareciendo?

Phytophthora, *Fusarium*, etc y nuevas que está apareciendo.

- ¿Se pierde todo el cultivo?

Se recupera con fungicidas. Se usa principalmente el Fosetilo-aluminio, donde cada bolsa de 2 kg cuesta alrededor de 65\$ y solo se echan a los paltos enfermos en dosis de 2 kg/ha y 3 aplicaciones al año

- ¿Cómo se realiza el cultivo?

Se debe limpiar el campo, marcar los puntos donde van a ir las plantas. Varía el distanciamiento entre 4 a 5 metros entre la hilera de plantas y los que están al costado 4-5 metros. El campo debe de estar húmedo. Se hace la cámara y el hoyo correspondiente para echar el fertilizante, se hecha la planta y se empieza a regar. Se espera 3 años, durante ese tiempo, se controla las plagas, se hecha fertilizante y se limpia de las malezas. Además, para controlar las plagas como la arañita roja se utiliza aproximadamente 400 litros de Abamectina al año con un costo de 60 soles por litro (Alfamax Amabectina 1,8%) (D. Mendoza Pariona, comunicación personal, 15 de setiembre del 2018).

- ¿El agua que usan para regar?

Es agua del río, es sana, se hace un análisis del agua

- ¿Le han robado?

Siempre hay robos, pero son pocos, a veces aprovechan por las noches, pero los robos son insignificantes.

- ¿Cree que es la crianza de los cuyes es más rentable que el cultivo de paltas?

Esta actividad le trae gran cantidad de ingresos a los cuyes; sin embargo, son muy afanosos, se necesita una persona que esté cuidando todo el tiempo, comen todos

los días y necesitan beber agua a diario. Por otro lado, en el caso de las paltas, se cuida solo durante 90 días que la fruta crece, los demás días solo se debe de estar pendiente. La fruta crece de por sí, suficiente con dos hombres para atender seis hectáreas. El trabajo es menos afanoso. Sin embargo, para obtener gran rentabilidad es recomendable cultivar a partir de las dos hectáreas.

- ¿Qué suplementos usa para el cultivo de cuyos?

Fósforo, nitrógeno, potasio, molibdeno, boro una mezcla de nutrientes.

- ¿De dónde obtiene los suplementos?

Se compra en el mercado de Chíncha, en función a las indicaciones del técnico, la mayoría le echan los más baratos, es por eso que sus fundos tienen bajos rendimientos. A nosotros nos cuesta 180 soles el saco de 50 kg de la mezcla de nutrientes.

- ¿Después de cuántos años de plantados los paltos dan sus frutos?

A partir del tercer año, conforme va creciendo da más frutos. A partir del séptimo y octavo año el rendimiento se mantiene alto.

- ¿Cuántos años vive un palto?

35-40 años.

- ¿Cómo realiza las ventas de las paltas?

Se cosecha por jabas y se van pesando, se saca un promedio de kilogramos de paltas extraídas por cada planta y se multiplica por el precio (S/ / Kg). Cuando se llega a la planta de la agroexportadora, ellos toman el precio real y en base a ese precio sacan la cuenta del total y eso me deposita a una cuenta.

- ¿Cuál es su ingreso anual?

60,000 soles al año por hectárea, y mantenimiento del cultivo gastamos aproximadamente 20,000

- ¿Hay rastrojos?

No hay, solo hojas que se descomponen, pero las dejamos caer y mejoran la tierra.

- ¿Ha escuchado sobre fertilizantes orgánico enriquecido?

Sangres para que tengan nitrógeno, rocas molidas sin transformación,

- ¿Qué tiene que contener un buen abono?

Principalmente deben de tener nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, después el resto de nutrientes en cantidades menores.



Anexo 2: Entrevista a Ivan Mendoza Patiño

Entrevista: Iván Aníbal Mendoza Patiño

Cargo: Ingeniero mecánico eléctrico - Dueño de su propio fundo

Institución: Fundo Huachacmarán

Entrevistador: Gianella Mendoza/Yanella Ochoa

Fecha: 29/03/2019

- ¿Cuál es su opinión sobre la propuesta de una mejora para gestionar de mejor manera los residuos orgánicos?

Interesante, ya que la producción de desechos es constante, cualquier actividad que le brinde una mayor rentabilidad al fundo es bienvenida.

- ¿Cree que se lograría una mejora en la actividad del cultivo de paltas si se utilizara un bioabono líquido?

Nosotros solíamos usar compost comprado en Chincha. La tonelada de compost nos costaba 270 soles. El camión puede cargar entre 5 y 6 toneladas y cobraba 350 soles adicionales por el flete. Se utiliza 270 toneladas de abono para todo el cultivo, lo que representa casi 10 kg de abono por palto. Una tonelada me sirve para 100 plantes y en nuestro fundo tenemos 3500. Esto con el objetivo de mejorar la calidad del suelo, pero resulta costoso. Si se pudiera obtener un bioabono líquido que se pueda utilizar en un sistema de riego tecnificado, se podría reducir los costos de mano de obra para abonar la tierra y la cantidad de fertilizante que va por planta. El biol se encuentra encaminado a ingresar a la industria de primer nivel, ya que al ingresar por el sistema de fertirriego el abonamiento es continuo y al ser líquido es más digerible para las plantas.

- Además del bioabono líquido, ¿Qué opina sobre la implementación de un sistema de riego tecnificado?

Actualmente contamos con un sistema de riego por gravedad. Cuando escuchaba sobre sistemas de riego tecnificado como el riego por goteo o con aspersores, pensábamos que el principal objetivo de estas nuevas tecnologías era solo de cuidar el agua, ya que a diferencia del sistema de riego por gravedad en el que las tres cuartas partes del agua que corre por el canal de tierra se pierde formando hierba y maleza, en el sistema de riego por aspersión no se desperdicia nada. Es importante evitar que se forme hierba y maleza, éstas le quitan los nutrientes a la planta. Se debe invertir en herbicidas. Los sistemas de riego tecnificado los trajeron los iraníes y los de Afganistán. Tuvieron mucho éxito en Ica, cada vez que pasaba por los viñedos veía grandes mangas negras de 12-14" de diámetro. Cada una de esas mangas tienen salidas y esas salidas a su vez tienen otras salidas con mangueras. La poca agua que se tiene en esa zona no se pierda en el arenal. Esa era la idea inicial de estos sistemas. Pero, en la sierra tenemos abundante agua limpia, así que esa no es nuestra principal preocupación.

- Si en la sierra hay abundante agua, ¿Por qué aplicar un sistema de riego tecnificado?

Para llegar a niveles altos de productividad se necesita tener un sistema de fertirriego, riego tecnificado, porque en la costa los campos están yendo entre 30-50 ton por hectárea con las condiciones desfavorables que tienen allí. En la costa, solo con abono y con riego, es decir, sin colocar agroquímicos la planta se muere. En cambio, en la sierra no le hechas abono, nada, solo se deja, le cae agua y le hechas un poco de guano y sí se va a lograr. Puede ser por el clima o el suelo no contaminado. Con todo lo que te he dicho pensarías que en la sierra debería de haber más toneladas por ha, pero no se llega ni siquiera a 12, y esto pasa en la mayoría de fundos, porque solo hacen guano y compost casero con valor nutricional bajo, sin suplementos y análisis de suelo. Con el sistema de riego tecnificado se podría fertilizar los paltos con biol enriquecido especialmente con los nutrientes que le faltan al suelo y los más indicados para cada época en la que se encuentre la planta.

- ¿Cuáles son los principales problemas a los que se han enfrentado en el cultivo de palta tipo Hass?

Lo más grandes productores de paltos en la sierra siempre han optado por fertilizar con fertilizantes reales, es decir, los fertilizantes químicos. Evaluando campos exitosos, todos tienen en común: un sistema de fertirriego. Eso marca la diferencia, el riego tecnificado con aspersores no es para cuidar el agua. Se puede usar para prevenir la propagación de hongos entre los paltos enfermos y los sanos. Se puede aplicar patógenos, para combatir los hongos malos de la planta, micro aspersores personalizados que rieguen todo alrededor de la planta y eviten que el tallo se encharque, lo que evita los hongos. Los hongos vienen del vivero pero se despiertan cuando los pones en situaciones de estrés.

- Además, de las enfermedades por hongos ¿Qué otras complicaciones ha presentado?

El costo de abonamiento es muy alto. Puedo abonar por allí, pero las personas que tengo que traer vienen del distrito de San Juan, a unos 25 minutos del lugar. Tengo que ofrecerles comida para aproximadamente 10 personas, les incluyo la movilidad, como dije, la comida, gaseosa. Les ofrezco un jornal de 60s soles, pero ellos quieren hacerlo en 2 días, es decir, dos jornales. Yo les ofrezco 100 y lo terminamos en 1 día. Aproximadamente gasto 1300 en manos de obra por abonamiento en una hectárea. Se realiza 4 o 5 abonamientos al año. 26000 soles al año por las seis hectáreas, solo con mano de obra. Con un sistema de fertirriego se ahorra todo eso, cada planta va a coger lo que realmente va a necesitar con goteros autocompensados o microaspersores. Las plantas van a absorber los nutrientes directamente del abono líquido, si las raíces están enfermas, si le damos abono sólido entonces va a demorar en absorberlos o no se va a absorber bien. En el caso del abono líquido entra directo a la planta. El biol es un preventivo, desestresante y vigorizante. No es un abono en sí.

- ¿Qué se necesita para realizar un adecuado abonamiento?

El abono necesita un análisis de suelo para saber qué macro/micro nutrientes tiene el suelo. También tener un diagnóstico real de la planta: tamaño, edad

correcta, fortalecida, y de acuerdo a la época: floración, frutación, crecimiento de fruta reconstitución después de poda. Si le meto un solo biol con lo mismo toda la vida no mejoraría el rendimiento del cultivo. En lugar de usar el bioabono nosotros utilizamos actualmente los fertilizantes con agroquímicos.

- ¿Cuál sería el beneficio de cultivar paltos orgánicos?

Un cultivo de paltas cero fertilizantes, los llevan con solo abono orgánico, a ellos les ofrecen 14 soles por kilogramo de palta orgánica; sin embargo, su rendimiento es mucho menor por evitar el uso de agroquímicos, en los niveles más bajos puede llegar a 2ton por hectárea, con agroquímicos alcanza entre 10 y 12 toneladas por hectárea.

- ¿Ha presenciado o ha tenido alguna experiencia en la que el biol ha mejorado el rendimiento del cultivo de palta Hass?

Escuché sobre un biol utilizado en los cultivos de una caballeriza. Alberto Massaro, es un productor excelente de paltas tipo Hass. El hace un biol del excremento de caballo. Llamó un técnico laboratorista, le dio más cuerpo, más fortaleza al biol. Él aplicaba ese biol (400 litros por ha todos los meses) ese año tuvo 15 toneladas por hectárea. Él atribuye parte del éxito a eso, le ha recalcado encima. El litro de ese biol se ofreció en 20-30céntimos. Si incluso quiero aplicar más de 400 litros, hasta 400 soles en hectárea sí conviene.

- ¿Cuáles son las ventajas de cultivar paltos tipo Hass en la sierra?

Hoy en día el precio de la palta está desproporcionado. Somos agricultores, un kilogramo puede costar más o menos 3-4 dólares, el precio debería de estar en 1.2 dólares. Ahorita está un boom de exportación a Asia. pero de aquí a 7 años va a bajar el precio. Ese camino pasó el espárrago, la uva y va a pasar con la palta.

La palta en la sierra peruana sale en una época en la que el mundo no tiene paltas (48 días). Entre la última semana de marzo y todo abril. Ahorita todas las quebradas del sur y del norte y en lima son los que tienen materia seca apropiada para ser exportada. Colombia ya sembró paltas hace 3 años, también está sacando

paltas. La flor loca, ellos le llaman flor juguetona, cuando se adelanta la floración y la fruta. En Perú se corta para que sea buena floración (3%). Los colombianos no la cortan porque representa el 50% de su cosecha. Los colombianos se dieron cuenta que esa flor loca también sale cuando el mundo no tiene paltas y su único competidor sería Perú. Todo Antioquia están llenos de paltas, el precio va a bajar y los agricultores tendrán que dedicarse a cambiar de cultivo, tienes que tener tres veces el área que tiene hoy. Pueden pasar 2 factores: que se dé o no se dé. Además, pueden concentrarse en otros cultivos a futuro como la Granada Wonderful que crece en cualquier suelo y cualquier clima.

- ¿Bajo qué condiciones compraría abono orgánico?

Biol 20 céntimos en litro, preparar un biol de vísceras de pescado, le falta nitrógeno y fósforo, el pescado meda fósforo llevar la prueba a un laboratorista para que le agregue la enzima. Compost de cuy también lo compraría en 450 soles la tonelada, pero no se gasta para hacer un mix 2 kg de cuy 8 kg de abono químico y va a mejorar tu rendimiento.

- ¿Por qué cree que a los fundos de la zona no les interesa lograr un cultivo orgánico?

No les interesa llevar un abono orgánico, porque ellos le dan prioridad al rendimiento. Mientras más produzcan, mejor, ya que el producto lo cosechan las agroexportadoras. Hace tres años nuestras paltas entraron a Reino Unido, Holanda, Italia, Suecia, China, Corea y España. Cuando ves los reportes y a dónde va tu fruta, eso te emociona.

El año pasado, tuvimos la oportunidad de ser los primeros productores de palta hass a nivel de la cuenca de Huancavelica y Ayacucho y tuvimos la producción más limpia, sin querezas, sin trips, ceros rameos. La fruta fue colocada como fruta bandera en los mejores mercados. Orgánico o no lo que quieren los productores es que se venda y aun buen precio.

- ¿Por qué es importante realizar un estudio del suelo?

El estudio de suelo se hace cada 2 años. Conforme plantas el palto, abonas, corre agua. Sus raíces se mueven, pasan los años al moverse el suelo apretado de oxígeno o se nitrogena. A los dos años ya se tienen algunos nutrientes y al abonar se debe saber qué nutrientes faltan para hacer una carga mayor de esos nutrientes.

- ¿Cómo se realiza el estudio de suelos?

Se toma muestras de calicato. Por hectárea se toman 10 muestras. Saco medio kilo a 30 cm y a 60 cm de profundidad. Una muestra por cada extremo de la hectárea delimitada y en el centro de la misma. Lo junto y revuelvo todo después saco medio kilo y lo coloco en un bolsito. Me voy a Valle Grande, La Molina, SGS, SGQ en Lima, cualquiera en verdad y me cobran entre 200-250 dólares. El resultado me lo mandan por correo y elaboramos un reporte resumido para que los trabajadores lo puedan comprender. También hay análisis de agua, de cada 100 productores 3 hacen análisis de suelo. Yo lo veo como inversión. Te da el camino para ver qué tan preparado estás.

- Anteriormente, mencionó que sus paltos habían padecido de enfermedades producidas por hongos, podría explicarnos más a detalle.

La phytophthora provoca una muerte regresiva de la planta. Se propaga por riego de gravedad, se está combatiendo con esos hongos. Si tengo una planta enferma la mato, incinero y queda todo allí. Pero por el sistema de riego por gravedad se enferma todo el lote y no se puede matar a todas las plantas. Esta propagación se debe a distintos factores. La falta de cuidado en el momento de cosecha, por ejemplo, viene un contingente de cosechadores, habían cosechado en un campo enfermo y trajeron el hongo a mi campo. Esto se puede prevenir; sin embargo, mis trabajadores no tenían el conocimiento y tras hacer la poda poda no cicatrizaron con cobre, que son como pinturas espesas (verde o azul) cicatrizante y fungicida.

- ¿Cuál es la inversión que estima si desea implementar el sistema de riego tecnificado?

La inversión del riego tecnificado cuesta aproximadamente 4000-5000 dólares por hectárea. Si se implementara riego por goteo casero se tendría otras obligaciones. La persona que estaba con su lampa corriendo sacando la maleza y limpiando las zanjás ahora iría por todo el campo revisando que no haya taponeos en los goteros, soltándolos; es decir, limpiándolos. Si se hace muy artesanal, se puede derivar a ese problema, ya que no hay medidores de presión, autocompensación. Artesanalmente cuesta mucho menos, aproximadamente 2500 \$ por hectárea. No necesitamos enterrar tubos, esto baja el presupuesto. Estamos en una pendiente, el agua fluye y no es necesario enterrarlo. Fuera de las casetas de fertirriego, se podrían comprar piscinas de geomembranas de 40m³. Instalada allá costaría 4500\$, antes se debía invertir 15000 soles en un pozo. Ahora en dos días está la piscina, que serviría para almacenar agua y mezclar los abonos. Con tres piscinas se puede regar todo el lote de 1 ha, dividido en 3 m² carga de abono entra diluido a las piscinas.

- Coménteme acerca de la actividad del cultivo de paltas y sus trabajadores

El fundo ya tiene 8 años, cuenta con 6 hectáreas destinadas al cultivo. En el cultivo de paltas, dos personas nos ayudan todo el año. Este año, en mayo, recibimos 2800 plantas, que corresponden 4 hectáreas más. Actualmente me encuentro alquilando un fundo en el km 52 de la carretera y planeo crecer por allí. Durante años he trabajado en empresas transnacionales así que aplico todo lo que he aprendido en el manejo de las personas aquí. Las personas no estaban preparadas para tener esos beneficios. El único trabajador de Castrovirreyna que está en un fundo asegurado en planilla, AFP y seguro social es Rodell Martínez. Mi otro ayudante, solo tiene contrato por medio tiempo (4 horas al día). El encargado principal, Rodell, gana 1500 soles líquidos, recibe bonificación por productividad anual solo cuando se mejora comparado con el año pasado. Esto lo hago para que le pongan más afecto a su trabajo, al de 4 horas es jornal diario de 40 soles, en un mes gana 1000 soles. Cada 4 días se riega un lote, cada riego dura 2-3 horas. Si se tuviese riego por gravedad se realizaría dentro de los jornales. Por otro lado, en 1 ha, con 6 jornales, se debería lidiar con todo el riego de gravedad.

- ¿Tercerizan algunos trabajos?

En el mes tenemos trabajos que se tercerizan. Por ejemplo, la limpieza de malezas que se encuentran debajo de las piedras. Se da la contrata a terceros o ellos mismos, que lo hacen en su tiempo libre, fuera de su jornal. La limpieza se hace 2 veces al año. Se debe secar la mala hierba, darle la vuelta al terreno y aplicar los hierbicidas. Los hierbicidas se aplican con mochilas, durante un jornal se aplican 10 mochilas, que equivalen a un cilindro. Con motores se realiza de una manera más eficiente, aproximadamente 10 cilindros por jornal, pero si se pasan de la hora pactada que es hasta las 6 pm es un pago aparte.

- ¿Se podría calcular un costo por hectárea?

Costo por hectárea, la verdad varía mucho, cuando es pequeño, no pagas agua, no aplicas químicos o fertilizantes plaguicidas porque no tienes plagas en la sierra. No necesitas mucha mano de obra. Una hectárea te rinde 12 toneladas de 6 soles el kilogramo. Recibes un ingreso de 72,000 soles. El costo de esa hectárea bordea los 20,000 soles. El precio es muy diferente al de la costa. En la sierra el precio es mayor, porque salen en la temporada, donde no hay paltas en el país ni en el mundo. Nuestra flor loca o flor adelantada sale en agosto, setiembre y octubre en los meses donde está terminando la cosecha de la costa lista para ser vendida. Esta flor loca solo representa el 10% de nuestra producción total, tienen calidad media. Nosotros la cortamos y las regalamos.

- ¿Cómo sabemos que el fruto está listo para ser cosechado?

Se revisa el porcentaje de materia seca, este índice indica el nivel de madurez donde ya pueden cortar la fruta, 21% es la referencia. El fruto se muestra gordo y brillante. Programamos la cosecha para la primera semana de marzo y, luego de la primera semana de abril, todos quieren llevarse las frutas. Debemos estar atentos cuando corten la fruta, deben tener las tijeras desinfectadas.

- ¿Por qué no cosechan esa flor loca como Colombia, solo por la calidad?

Si dejo que la flor loca crezca, entonces nadie va a ir venir a llevarse la fruta, porque es poca y aún hay fruta en la costa. Además, si la luz no penetra no crecen ramas nuevas. No nos conviene.

- ¿Cuáles son sus socios estratégicos?

Considero como mis principales socios las empresas agroexportadoras como JJ Camet Trading, socia de Westfalia. De casualidad me encontré con ellos. La empresa es buena, segura en pagos, consignación. Me pagan 50% y el otro 50% pagan después de 30 días. Una vez al mes va al técnico de control de plagas y la ingeniera controladora de planta y fruto. Ellos envían reportes con fotos fechas que ha encontrado que está mal qué hay de corregir. Me hace mi plan de abonamiento anual. Ellos me venden los paltos también. Tienen plantas probadas a laboratorio, son más resistentes y tienen mayor ventaja competitiva por el tema de hongos. Me cuestan solo 9 soles, 10 con flete. En la costa cuestan entre 12, 13, 14 y 15 soles los paltos de 5kg. Mientras que Camet Trading me dan plantas maceteadas de 12-15kg. Pago 50% ahora y 50% a la entrega. Si necesito dinero a mitad de año, me adelantan dinero sin intereses y me descuentan de la cosecha. Me invitan a capacitaciones y dirigen la poda. El resto de producción de la zona. También le venden y le compran a los demás, pero no tienen relación con los demás productores. Yo priorizo la relación a largo plazo, por asistencia técnica, asistencia económica, seguridad de que voy a cobrar lo que voy a vender.

- ¿Cuál ha sido su último grande problema?

La disminución del rendimiento este año. Esto se debe más que nada por los hongos, por eso hemos tenido problemas relacionados a la enfermedad “muerte degenerativa de los paltos”, con el tiempo esto puede conllevar a la muerte de varios paltos. Imagina la pérdida que conllevaría esto: 2 jabas de 40kg, que es lo que rinde una planta por año, mal pagados a 5 soles por kilo. Pierdo 200 soles por planta, 12,000 soles por 60 plantas y todo eso es en un año de producción. Si lo llevo a 15 años pierdo 180,000 soles e incluso podría considerarse una pérdida de 250,000 soles porque cada año el palto mejora su rendimiento. Y, claro, el rendimiento es lo más importante para nosotros y se debe también a la calidad

del suelo. Los suelos no solo son nutrientes, se debe verificar el nivel de acidez y el porcentaje de materia orgánica. En ambos estamos flaqueando, por ese motivo usamos el compost como fertilizante orgánico para tratar de balancear la acidez producida por el uso de úrea y nitrato de amonio.

- ¿Ha sido inevitable la aparición de hongos en la zona?

Mi encargado y el otro muchacho son nuevos en el cultivo de palta Hass, llevan sus cultivos para hoja redonda, Copacabana, tienen experiencia en otro tipo de cultivos. Los muchachos solo conocían maíz cebada, alfalfa trigo. Si las plantas se enferman es porque cometemos errores por desconocimiento. El hongo que ha entrado es por pudrimiento de raíces, ya que el sistema de riego por gravedad favorece la humedad en los canales. Le han echado demasiada agua, porque pensaron que el agua es vida, en fin.

- ¿Cómo controlan la aparición de los hongos?

A las plantas se les hecha un astringente cobre, aluminio y después que lo dejo al hongo débil e introduzco el fungicida para que termine de matar. Pero ahora están en cosecha, por eso no puede poner el astringente, sino eso va a salir en la fruta y los países rechazarán toda la carga a Camet. Momentáneamente no usaré los pesticidas por ese motivo, pero le he usado al hongo bueno para distraer a los otros hongos malos.

Después de la cosecha tendré que poner fungicidas y después volver a meter el hongo. Esto me representará doble gasto, pero qué puedo hacer. También, retirar el riego para evitar que se siga esparciendo el hongo, puede ser que lo que esté funcionando es el hongo bueno, pero más el retiro del riego y solo manteniendo el agua de lluvia por un tiempo lo podemos controlar.

- ¿Dé donde captan el agua?

El agua se capta del río que viene desde la parte alta de las montañas, si no llueve, baja el caudal y no llega a esa toma de captación.

- ¿Tienen un plan de contingencia en caso eso suceda?

El plan de contingencia, es que desde otro de mis fundos que tiene agua propia, tenemos una manguera que recorre 5 kms desde la parte alta de Huachacmarán. Debemos de abrir las mini compuertas para que el agua recorra por las mangueras y llenen los canales de regadío. Se pueden llenar las pozas para que funcione el riego tecnificado también.

- ¿Cuántos gastan en servicios básicos?

No abastecemos de agua potable de Huachacmarán a 100 soles mensuales. Luz aproximadamente 2500 soles mensuales más que nada por el tema de los cuyes, cable 70 soles, alimento de los señores (quincena 350 soles + balón de gas al mes 60 soles) Canasta familiar (20 bolsas de fideo, 2 sacos de arroz,).

- ¿Cómo planean crecer?

Actualmente buscamos crecer aplicando mejoras tecnológicas, como la implementación del sistema de riego tecnificado y lo que me comentaron del biodigestor sería buena opción. Con respecto al aumento de las tierras de cultivo, por 1 ha me quieren cobrar 60,000 soles, no puedes gastar el capricho por esa tierra. Así que la opción es arrendar a largo plazo, 10 a 12 años, 15 o 18 años. Les adelanto 2 años de alquiler. Al año siguiente, les doy 2,500 más, luego 3000 más, luego 3500 y así luego y así sucesivamente.

Anexo 3: Análisis fitopatológico de raíces y ramas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Clinica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología
Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12
Telefax: 349-6631 rpm # 9470-14023
e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



La Molina, 20 de febrero de 2019
FI-AF 049-2019 WAT 038
JFT 046

Sr.
ARMANDO ENRIQUE AVILES MENDOZA
Huancavelica
Presente.-

De nuestra consideración:

El resultado del análisis fitopatológico una muestra de raíces y ramas de palto var. Hass, con síntomas de pudrición de raíces, procedentes del fundo Huachacarán, Villa de Arma, Castrovirreyña, Huancavelica, es el siguiente:

1. ANALISIS DE TEJIDO VEGETAL.

MÉTODO	RESULTADO
Medio PDAA rama	Negativo
Medio PDAA raíces	<i>Fusarium oxysporum</i>
Medio PARB raíces	<i>Phytophthora cinnamomi</i> <i>Pythium sp.</i>

2. DIAGNÓSTICO.
En la muestra de plato que Ud. envió a nuestro laboratorio, el agente causal de la pudrición de raíces es el patógeno *Phytophthora cinnamomi*. El resto de organismos como *Fusarium oxysporum* y *Pythium sp.* se encuentran como secundarios.

3. RECOMENDACIONES.

- Evite acumulación de agua o exceso de humedad en la zona de cuello y raíces de la planta. Es preferible riegos ligeros a riegos pesados.
- Aplique a la raíz Metalaxil 35% a la dosis de 1 litro por cilindro de 200 litros. Utilice 2.0 litros de solución por planta. Esta aplicación puede rotarla con Fosetil aluminio o Fosfito de Potasio a dosis de 1.kg/cil. Use 3 litros de solución por planta a cuello y raíces.
- Mejore al aireación y drenaje del suelo mediante la aplicación de compost a dosis de 30 o más kg por planta.
- En esta enmienda puede utilizar un antagonista como *Trichoderma sp.*

Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnóstico está a su disposición para cualquier consulta.

Atentamente,


Mg. Sc Walter Apaza Tapia
COORDINADOR
CLINICA DE DIAGNOSIS



WAT/hmg
c.c. Archivo

Anexo 4: Análisis microbiológico de hongos

	<p style="text-align: center;">JESSI CLAUDIO FONSECA <i>Biólogo Microbiólogo</i></p> <p style="text-align: center;">ASESORAMIENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO BIOPROCESOS INDUSTRIALES Y MEDIOAMBIENTAL. RUC: 10464773547 DIRECCIÓN: URB. VILLA UNIVERSITARIA MZK LOT 27. LOS OLIVOS ✉ E. mail. jessi.claudtof@gmail.com ☎ Teléfono: 945529083 - 6369223</p>	<p>INFORME 28 10/03/2020</p>
---	--	--

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE CARGA MICROBIANA AMBIENTAL

EMPRESA SOLICITANTE:	FUNDO HUACHACMARAN
CULTIVO:	PALTA
LOTES:	3 PATERIAS, SAN AGUSTIN, FLORINDA, AMAU, ERIAZO, HERMOGENES, CAJON
FORMA DE PRESENTACION DE LA MUESTRA	MUESTREO DE TIERRA, HOJAS Y FRUTOS.
FECHA DE MUESTREO.	06-02-2020
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	11-02-2020
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	03-03-2020
ENSAYO REALIZADO	Análisis microbiológico de hongos
ANALISIS SOLICITADO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO	

METODOLOGÍA:

- Ramas, hojas y frutos:** Estas muestras pasan a ser desinfectadas con hipoclorito de sodio y enjuagadas con agua destilada estéril, posteriormente se hacen cortes sobre las partes dañadas y se siembran en Agar Papa Dextrosa y pasan a ser incubadas por 7 días a 28°C.

Los hongos resultantes del ensayo pasan a ser cultivados mediante la técnica de Micro cultivo siendo incubadas por 7 días a 28°C para posteriormente ver las características microscópicas y hacer su reconocimiento.
- Muestra de tierra:** Mediante el protocolo de diluciones seriadas, se procede a diluir en solución salina hasta las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} las cuales fueron sembradas en placas con Agar Papa Dextrosa y pasan a ser incubadas por 7 días a 28 °C.

Los hongos resultantes del ensayo pasan a ser cultivados mediante la técnica de Micro cultivo siendo incubadas por 7 días a 28°C para posteriormente ver las características microscópicas y hacer su reconocimiento.

Las colonias de los hongos presentes se identificaron mediante comportamiento y características morfológicas y microscópicas.

RESULTADOS:

RESULTADO MICROBIOLÓGICO DE HONGOS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE 3 PATERIAS	MUESTRA DE HOJA	<i>Aspergillus sp.</i>
	MUESTRA DE RAMA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
		<i>Penicillium sp.</i>
HONGOS TOTALES		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE SAN AGUSTÍN	MUESTRA DE HOJA	<i>Alternaria sp.</i>
	MUESTRA DE RAMA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
		<i>Aspergillus sp.</i>
HONGOS TOTALES		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE HERMOGENES	MUESTRA DE FRUTO	<i>Sin presencia de Hongo</i>
	MUESTRA DE RAMA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
		<i>Aspergillus sp.</i>
HONGOS TOTALES		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE CAJON	MUESTRA DE HOJA	<i>Alternaria sp.</i>
	MUESTRA DE RAMA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	HONGOS TOTALES	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE FLORINDA	MUESTRA DE HOJA	<i>Alternaria sp.</i>
	MUESTRA DE RAMA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i>
		<i>Penicillium sp.</i>
HONGOS TOTALES		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE AMAU	MUESTRA DE HOJA	<i>Aspergillus sp.</i>
	MUESTRA DE FRUTO	<i>Sin presencia de contaminantes</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>
	HONGOS TOTALES	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE HONGOS		
	DATOS	GENERO
LOTE ERIAZO	MUESTRA DE HOJA	<i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i>
	MUESTRA DE TIERRA	<i>Lasiodiplodia sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>
	HONGOS TOTALES	

CONCLUSIONES:

- 3 Paterías:** En este lote se ha encontrado una gran infestación del Hongo Fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae* el cual se caracteriza generar la enfermedad "Muerte regresiva del palto", si la enfermedad avanza termina matando al fruto, por ello se recomienda controlarla con los productos disponibles en el mercado y siguiendo las recomendaciones del Ingeniero Agrónomo.
 La presencia de los hongos *Penicillium sp* y *Aspergillus sp.* son consecuencia de la enfermedad del palto ya que estos hongos se encuentran en el medio ambiente y son característicos oportunistas de plantas o frutos enfermos.
- San Agustín:** También este lote se ha encontrado una gran infestación del Hongo Fitopatógeno *Lasiodiplodia theobromae* aunque en menor cantidad y con el cual se tiene que trabajar su control.
 Se evidenció la presencia del hongo *Alternaria sp.*, el cual tiene potencial de afectar a los frutos, por el cual también se sugiere seguir con los protocolos de control que indique el ingeniero agrónomo.
- Hermogenes, Cajon, Eriazo, Florinda y Amau:** Se encontraron algunos focos de infección por *Lasiodiplodia theobromae* por lo cual se sugiere medidas de contención para evitar el avance de la enfermedad "Muerte regresiva del palto" así como controlar la presencia de hongo fitopatógeno *Alternaria sp.*

En conclusión, se sugiere seguir las recomendaciones del Ingeniero Agrónomo para frenar la infestación que se tiene por el Hongo *Lasiodiplodia theobromae*, en los casos donde se observe que la planta ya no tiene hojas o está completamente negra se sugiere retirar la planta del campo, en lo posible quemar y en el punto donde estuvo plantada echar sustancias que controlen el patógeno que se encuentre de forma residual.

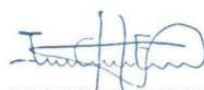
Para el proceso de poda y a fin de evitar que otras plantas sanas se enfermen, tratar de desinfectar las tijeras de poda con Alcohol antes de pasar a la siguiente planta, ya que este patógeno ingresa a la planta por zonas donde hay heridas en la misma.

Además, se sugiere sellar los cortes de poda con productos que se encuentran en el mercado para imposibilitar el ingreso del fitopatógeno.

Con respecto al riego, se sugiere controlarlo para evitar la humedad excesiva.

Es importante recalcar que una buena nutrición ayuda a la planta a sobrevivir estas enfermedades.

Coordinar constantemente con el Ingeniero agrónomo para coordinar las actividades a realizar a fin de salvar el cultivo.



JESSI CLAUDIO FONSECA
BIOLOGO MICROBIOLOGO
ASESOR DE PROYECTOS



LIMA, 10 DE MARZO DEL 2020.

UNIVERSIDAD

CIENTIA ET PRAEX

Anexo 5: Reporte de análisis del suelo

Reporte de análisis del suelo Fundo Huachamarán

Nombre de lote	PH		CE		M.O.		P		K		Análisis mecánico			Clase	Cationes cambiabiles			
	(1:1)		(1:1)		%		ppm o mg/kg		ppm o mg/kg		Arena	Limo	Arcilla	Textural	Ca 2+	Mg+2	Mn2+	Zn
	Fundo	Óptimo	Fundo	Óptimo	Fundo	Óptimo	Fundo	Óptimo	Fundo	Óptimo	%	%	%		meq/100g			
Lote 3 paterías	5,46		0,42		2,8		36,15		127,69		56,34	21,84	21,82	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	6,05
Lote San Agustín	5,38		0,47		2,85		39,55		127,72		56,81	20,58	22,61	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	4,24
Lote Homogenes	5,63		0,31		2,17		36,57		113,99		56,12	22,01	21,87	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	6,44
Lote Cajón	5,45	5.5 - 6.5	0,49	<1	2,06	4-5%	38,34	36-50	124,79	131-175	56,36	21,15	22,49	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	5,01
Lote Florinda	5,69		0,32		2,22		39,89		123,91		56,82	20,97	22,21	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	4,35
Lote Amau	5,44		0,48		3,51		36,02		123,55		56,75	20,73	22,52	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	6,7
Lote Erazo	5,57		0,48		3,75		37,85		130,18		56,31	21,15	22,54	Fr. Arc. Ar.	>400	>30	>40	6,08

Observaciones:

Suelo de origen aluvial reciente

Textura franco arcillo arenosa, según tabla munsell

pH Medido con el pHmetro (solución agua tierra 1:1)

M.O Restaración con bioabonos

P Influye en el crecimiento de la raíz y cuajado de los frutos, incrementa el N y Mg , pero dsminuye el K, Zn, Cu, B.

K Es responsable de la calidad de la fruta y su resistencia al manipuleo post-cosecha. permite que la fruta tenga un periodo de vida más largo y evita la sobremaduración del extremo apical.

Ca

Anexo 6: Entrevista a Fernando Hidalgo Kleeberg

Entrevista: Fernando Hidalgo Kleeberg

Cargo: Ingeniero Pesquero/ Docente en Ingeniería Industrial

Institución: Universidad de Lima

Entrevistador: Gianella Mendoza/Yanella Ochoa

Fecha: 02/11/2020

Entrevistador.- Profesor buenas noches queríamos su apoyo para que pueda aprobar y darnos su opinión acerca de nuestra tesis, nuestro objetivo es mejorar el rendimiento de un cultivo de palta hass a partir de la instalación de un biodigestor en el fundo Huachacmarán, lo que haremos es utilizar el bioabono y biosol obtenidos del biodigestor para reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos y complementar los nutrientes faltantes con el uso de estos bioabonos. El lugar en el que se encuentra el cultivo debería tener un rendimiento óptimo de 20 t/ha por las condiciones climáticas; sin embargo, apenas llegan a 13.5 t/ha y nosotras estamos proponiendo aumentar el rendimiento en un 35 %

Entrevistado.- Buenas noches alumnas, he revisado su trabajo si ustedes necesitan una aprobación de mi parte, está bien. Yo lo apruebo, me parece un trabajo interesante pero siempre para los que hacen mejora recomiendo aplicar las buenas prácticas agrícolas. Yo ayude a un grupo de alumnos en un trabajo de instalación de línea de compotas en un fundo. Lo que están haciendo ustedes es la instalación de un biodigestor para aprovechar tecnología apropiada, que puede producir abono y también biogás para energía eléctrica en el fundo. Pero eso se complementa muy bien con unas buenas prácticas agrícolas, dan indicaciones como es que tienen que estar documentados, que roles debe tener la empresa para que su personal no se contamine, una serie de conceptos pero que muy bien complementaria a su trabajo y podrían colocarlo como anexo, podrían colocar fragmentos para darle más fuerza a su trabajo. Prácticamente yo diría que la parte técnica o la parte de ingeniería está en la

elaboración del bioabono, eso sería la parte más importante en la parte técnica de ingeniería y con eso ustedes podrían hacer una situación actual en la que se encuentra la empresa y podrían sacar indicadores económicos, de producción, etc. Luego con la implementación de estas técnicas ustedes como pueden mejorar. Pondrán escenarios de diferentes niveles como optimista, pesimista y normal. Con el escenario esperado tendrán la rentabilidad de ese proyecto para ver la parte económica. Les pasaré un trabajo del cual podrán guiarse para desarrollar el último capítulo de su tesis.

Entrevistador.- ¿Qué nos recomienda para sustentar que el uso de bioabonos mejora el rendimiento? Nosotras encontramos infinidad de papers e información sobre el uso de bioabonos para aumentar el rendimiento del cultivo.

Entrevistado.- Claro, por lo que he visto de su trabajo lo que proponen está bien, incluso en el mercado se venden bioabonos y tienen un precio. Entonces, el hecho que se venda ya significa que tiene algún tipo de efectividad y es un negocio que tú puedes producir y es un ingreso, es como que, en lugar de comprarlo, tú lo estas produciendo y si tienes papers que lo sustentan lo debes poner en tu trabajo.

Entrevistador.- Claro profesor, porque los bioabonos sustituyen buena parte de los fertilizantes químicos de acuerdo a los requerimientos de nutriente de cada planta, además del requerimiento de la materia orgánica.

Entrevistado.- De acuerdo completamente, es una forma de sustentar que van a usar menos fertilizante químico hay que enseñarle al agricultor la forma natural de abonar, incluso con las propias hojas de la planta. Siempre se ha buscado un mayor rendimiento con la mezcla de abonos y fertilizantes químicos, lo que hace el hombre es acelerar esos procesos.

Entrevistador.- Generalmente el porcentaje de materia orgánica, el ph se estabiliza con el bioabono.

Entrevistado.- Si completamente, los abonos mejoran la calidad del suelo y yo te digo las buenas prácticas agrícolas les ayudará para fortalecer su trabajo, especialmente lo relacionado al almacenamiento de los abonos. Lo otro que pueden hacer es entrar a YouTube, encontrarán muchos videos sobre esta experiencia.

Entrevistador.- También queríamos comentarle que fuimos al fundo casa blanca en Pachacamac, nos dieron muchos tips, nos dijeron que el rendimiento dependía de cada tipo de planta, pero también todo dependía del suelo.

Entrevistado.- Es que todo depende del clima o altura en la que estas, no todas las plantas crecen en las mismas condiciones, como te digo es un tema muy interesante. Yo considero completamente válido su trabajo, ahí en la parte de ingeniería donde te vas a desplazar más es la parte del bioabono, como se produce y todo ello. Y los escenarios que tú vas a trabajar que son optimista, pesimista para ver en cuanto puedes mejorar tus ingresos.

Entrevistador.- Claro profesor, ¿qué podemos plantear en cuanto a los escenarios?

ENTREVISTADO: Pueden poner mayores ventas y mayor rendimiento de tus plantas.

Entrevistador.- Gracias, profesor por su aprobación y compartir su opinión respecto a nuestro proyecto.

Entrevistado.- Su tema es muy interesante, todos los que viven en estos lugares usan los fertilizantes naturales y si ustedes van hacer bioabonos será mucho más interesante. De alguna forma todos hacen compost. Lo que pasa que hay más o menos producción y tú me dices que utilizan el guano de cuy, ¿los cuyes son gigantes o pequeños?

Entrevistador.- Son cuyes grandes, que venden a mayoristas y restaurantes. Tienen alrededor de 1500 cuyes en promedio.

Entrevistado.- Esta bien, está perfecto ahí tienes la despensa por parte de las heces de los cuyes y no solo eso, tú lo vas a mezclar con hojas, está bien el trabajo. Yo lo recomiendo, busquen video en Youtube sobre el tema y se darán cuenta la infinidad de buenas experiencias que se tienen en el cultivo de palta hass y el uso de bioabonos. Lo que aplican es tecnología apropiada y limpia.