



COMPENDIO **2022**

LÍDERES DE LA TIERRA

OPEN INNOVATION



Sembrando innovación desde
el sur de Chile



VINCULACIÓN
CON EL MEDIO
MATTHEI





FUNDACIÓN DE INSTRUCCIÓN AGRÍCOLA
**INSTITUTO PROFESIONAL AGRARIO
ADOLFO MATTHEI**





El segundo semestre del 2022, el Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei (IPAAM) invitó a sus estudiantes a participar en la primera convocatoria del OPEN INNOVATION, *Sembrando innovación desde el sur de Chile*. Esta iniciativa, liderada por la Dirección de Vinculación con el Medio del IPAAM, tuvo como objetivo promover y fomentar el desarrollo de proyectos como una metodología que genera mayores aprendizajes durante la trayectoria formativa de los estudiantes del Instituto.

OPEN INNOVATION, *Sembrando innovación desde el sur de Chile* puso a prueba la creatividad de los mattheínos y mattheínas, y los desafió a buscar soluciones a necesidades reales del sector agrícola, detectados y priorizados por el Comité Asesor Empresarial del IPAAM, compuesto por profesionales y referentes del ámbito silvoagropecuario.

La convocatoria de este año congregó a estudiantes de Ingeniería de Ejecución en Agronomía, quienes, junto a sus docentes, aceptaron el reto y desarrollaron propuestas para dar solución a problemáticas del sector hortofrutícola y pecuario, levantadas por el Grupo Hijuelas y Centro Productivo y de Práctica Holanda.

Poniendo en valor estas innovaciones propuestas por ingenieros en formación del Programa Regular y Programa Especial para Trabajadores, el **Compendio Líderes de la Tierra 2022** reúne los cuatro proyectos ganadores de la versión 2022 OPEN INNOVATION, *Sembrando innovación desde el sur de Chile*, pues su desarrollo puede forjar un campo de conocimiento nuevo y una fuente de insumos para el mundo agro, tanto en materia de productos, procesos como servicios.

El **Compendio Líderes de la Tierra** es una publicación del Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei, que contiene información de proyectos desarrollados por alumnos y alumnas del IPAAM.

Edición & Diagramación: Carla Tuyan Copier, Encargada Departamento de Admisión & Comunicaciones IPAAM.
comunicaciones@amatthei.cl

OPEN INNOVATION

Sembrando innovación desde el sur de Chile.

¿QUÉ ES OPEN INNOVATION?

Es una atractiva forma de internalizar el aprendizaje en el IPAAM que se sustenta principalmente sobre el estudio de casos para adquirir las competencias de la asignatura.

¿CÓMO SE DESARROLLA EL OPEN INNOVATION?

Los docentes de módulos seleccionados para participar en esta primera versión, entregaran a los estudiantes una serie de necesidades levantadas y priorizadas por una o más empresas referentes de la industria silvoagropecuaria en convenio con el IPAAM.

¿QUÉ DEBO HACER CON ELLAS?

El estudiante en conjunto con los docentes, revisaran la nota explicativa que contextualiza a cada uno de los desafíos, para luego de ello, elegir uno y proponer una solución innovadora y viable técnicamente.

¿CUÁL ES LA FORMA DE TRABAJO?

Los estudiantes deberán formar grupos de trabajo de 4 personas para la búsqueda de soluciones a las problemáticas planteadas, con el apoyo del docente del módulo.

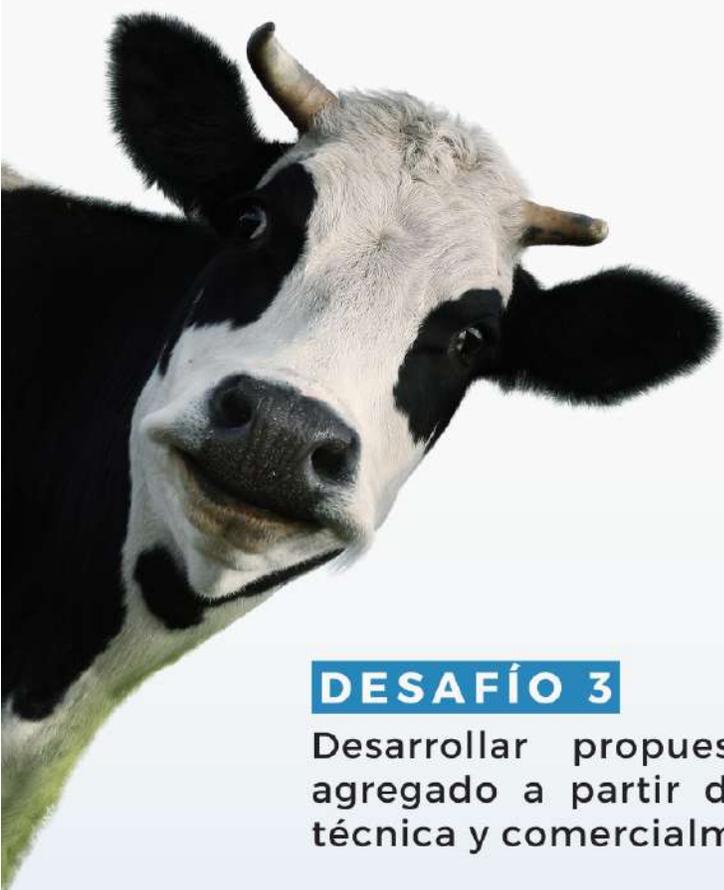
¿CUÁLES SON LAS ETAPAS MÁS IMPORTANTES DEL PROCESO?

- 1 Cada docente seleccionará un proyecto por asignatura, dando un total de 10 equipos semifinalistas que serán capacitados para defender su proyecto ante un comité evaluador.
- 2 Se seleccionarán 4 proyectos finalistas, a los que se les asignará un presupuesto para pilotear las soluciones propuestas.

¿POR QUÉ PARTICIPAR EN OPEN INNOVATION?

Este año los autores de la mejor iniciativa (4 estudiantes + 2 docentes) serán los encargados de compartir su experiencia con sus pares en la Escuela Superior de Lechería en Nueva Helvecia, Uruguay.

DESAFÍOS CENTRO PRODUCTIVO Y DE PRACTICA HOLANDA



DESAFÍO 1

Desarrollar propuestas que mejoren la eficiencia en el proceso de ordeña, considerando la capacidad instalada con la que actualmente se cuenta.

DESAFÍO 2

Proponer alternativas de reutilización de residuos del proceso productivo, principalmente distintos tipos de plásticos y otros de tipo orgánico.

DESAFÍO 3

Desarrollar propuestas de nuevos productos con valor agregado a partir de la leche del predio, que sean viables técnica y comercialmente.

DESAFÍO 4

Desarrollar alternativas que permitan reutilizar y dar nuevos usos a las aguas que fueron utilizadas para el proceso de lavado de equipos de las salas de ordeña y de frío.

DESAFÍO 5

Proponer alternativas de mejora a la forma en que actualmente se desarrolla el proceso de limpieza de los patios de espera y alimentación.



DESAFÍO SELECCIONADO 4

DESARROLLAR ALTERNATIVAS QUE PERMITAN REUTILIZAR Y DAR NUEVOS USOS A LAS AGUAS QUE FUERON UTILIZADAS PARA EL PROCESO DE LAVADO DE EQUIPOS DE LAS SALAS DE ORDEÑA Y DE FRÍO.

Apostando por la reutilización de aguas del lavado de patio de espera utilizando energía solar fotovoltaica, el proyecto de autoría del equipo denominado **Reutilizando con el Sol** se alzó como el vencedor de la convocatoria 2022 del Open Innovation, sembrando innovación desde el sur de Chile.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta consiste en acumular los riles generados en el lavado del patio de la sala de ordeña, compuestos por fecas y orina de las vacas, restos de forraje y agua, acumulados en “pozos purineros”, que son estanques excavados en suelo revestidos con materiales impermeables.

En estos pozos, los riles se decantan, separándose en materiales sólidos en el fondo, luego aguas grises, compuestas por agua, orina y otros elementos disueltos, y finalmente una

capa en la superficie, de aquellos sólidos de menor densidad que flotan formando una “costra superficial”.

Luego, se utiliza una motobomba de aguas grises para el bombeo de este líquido, que se reutilizan presurizados para el lavado de los patios.

La innovación es la recirculación del agua utilizando energía solar fotovoltaica, generando la energía eléctrica para el funcionamiento de la motobomba, con ahorro económico y disminución de la huella hídrica.

Para ello, se calculará una planta fotovoltaica ON GRID con acumulación en baterías, para utilizar al máximo la energía solar, con mínimo uso de energía convencional de la red en días de baja radiación (invierno) y también inyectando excedentes de generación al sistema eléctrico (mediodía solar de verano).



La iniciativa plantea un sistema de aprovechamiento viable y sustentable que permite disminuir la huella hídrica, y a la vez, lograr un ahorro económico.

PRINCIPALES DIFICULTADES O RIESGOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

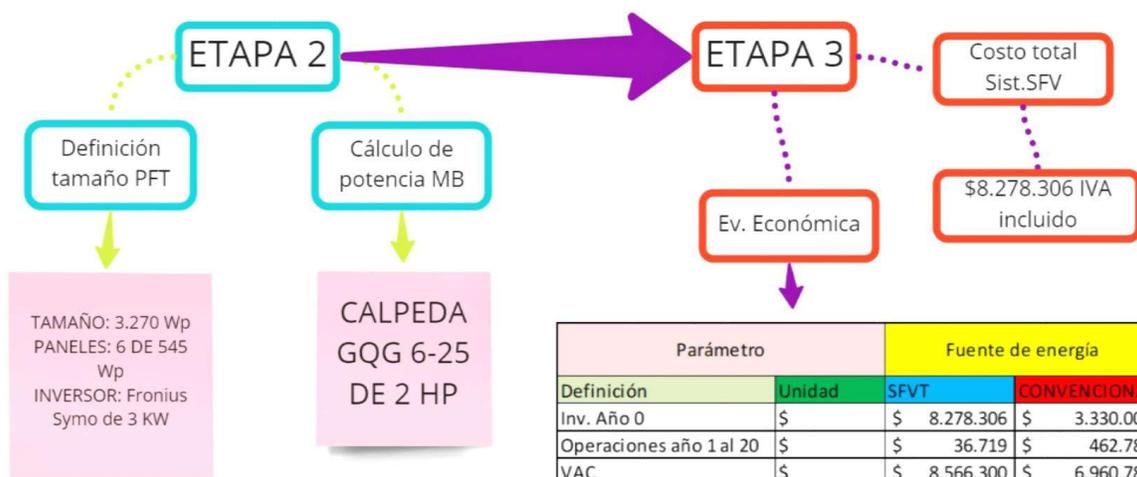
La falta de servicios especializados para cálculo y diseño de energía solar fotovoltaica para reutilización de agua de purines y para la construcción de proyectos en terreno se presenta como una dificultad a considerar. Para sortearla, se propone la realización de capacitaciones para técnicos y profesionales relacionados, con entrenamiento teórico y práctico.

Otro punto a considerar es el elevado valor de la inversión inicial, principalmente de la planta fotovoltaica y del conjunto de baterías, comparado con el menor valor del equipamiento con energía eléctrica convencional, a pesar de estar demostrado que la disminución de los costos de operación compensa con creces este mayor costo inicial. Esta restricción debería solucionarse con un acabado estudio de factibilidad técnico-económica, además de utilizar instrumentos de fomento estatal (subsidios) para la inversión, como también acceder a créditos especiales para el financiamiento de energías renovables.

La propuesta considera el diseño, cálculo, cubicación y evaluación económica de las obras, materiales, equipos y servicios requeridos, aplicado al caso real de la lechería del Centro Productivo y de Práctica Holanda.

La propuesta se centra en el desarrollo de una alternativa que permite reutilizar, recircular y dar nuevos usos a las aguas que han sido empleadas durante el proceso productivo, como en el lavado de pisos del patio de alimentación, patio de espera y equipos de ordeña de un predio lechero.

Actualmente estas labores de limpieza utilizan el agua de forma intensiva, dejando grandes excedentes que no son aprovechados ni reutilizados dentro de los mismos procesos.



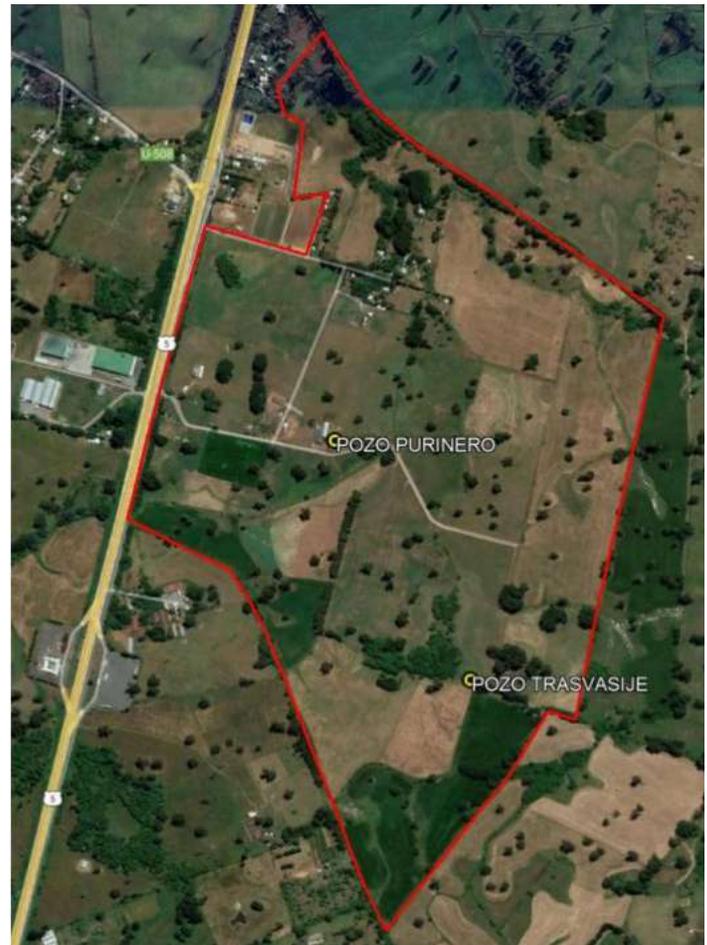
| Parámetro | Unidad | Fuente de energía | |
|-------------------------|--------|-------------------|--------------|
| | | SFVT | CONVENCIONAL |
| Inv. Año 0 | \$ | 8.278.306 | 3.330.000 |
| Operaciones año 1 al 20 | \$ | 36.719 | 462.780 |
| VAC | \$ | 8.566.300 | 6.960.780 |
| CAF | \$ | 1.092.203 | 887.499 |
| \$ M3 DE AGUA | M3/\$ | 81 | m66 |



DESLINDES DEL PREDIO Y UBICACIÓN DE POZOS PURINEROS Y DE TRASVASIJE

COORDENADAS UTM ACCESO PREDIO (REFERIDAS AL DATUM WGS 84 HUSO 18)

5.500.074 m Norte y 659.638 m Este



FACTORES QUE DIFERENCIAN A LA PROPUESTA

El sistema que se utiliza actualmente en los predios es regar purines a praderas, siendo el único uso que le están dando a los riles de lecherías, pero que en un futuro próximo será prohibido por normativas medioambientales.

Por otro lado, los sistemas utilizados en la actualidad sólo utilizan energía convencional de alto costo de operación y generan contaminantes al medio ambiente.

La propuesta presentada por el equipo de Reutilizando con el Sol elimina esta tradicional forma de uso de la energía, utilizando un recurso renovable y libre de contaminación que es la energía solar fotovoltaica para la reutilización del agua utilizada en el lavado de patios, servicio hoy no disponible en el mercado.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para este ítem se evaluó es la recirculación de agua verde para el lavado de patios de espera y de alimentación y el trasvasije de purines desde el pozo purinero al pozo de trasvasije, utilizando una motobomba purinera trifásica.

Se compararon dos fuentes de energía para realizar este proceso: la energía convencional de

la red y la energía solar fotovoltaica. Para ambas alternativas, se calcularon costos de inversión y de operación asociados directamente al proceso y que corresponden a elementos diferenciadores de cada alternativa.

No se consideraron en esta comparación otros costos e inversiones no directamente ligados al proceso definido, sino más bien relacionados al manejo general de los purines (motobomba, pozos, tuberías, infraestructura, etc.). También se calcularon los indicadores: Valor actualizado de los costos de inversión y operación al inicio del proyecto (VAC). Costo anual equivalente (CAE). y Costo metro cúbico bombeado (CMCB).

RECOMENDACIONES

Se debe mejorar de forma inmediata el manejo de purines en el Centro Productivo y de Práctica Holanda. Es insostenible en el tiempo y se está infringiendo el Decreto 46 que establece la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas, y el Decreto Supremo 90/2000 que regula la descarga de contaminantes hacia cursos de aguas marinas y continentales superficiales, mediante la fijación de límites máximos permisibles para la descarga de residuos líquidos, previniendo así la contaminación de dichos cuerpos de agua. Esto se infringe en las épocas invernales en donde el tamaño de pozo actual se llena alrededor de 15 a 20 días, y luego se rebalsa contaminando las napas subterráneas y los cursos de agua.

El actual manejo de purines perjudica la imagen de una institución que aspira a liderar la formación técnica de profesionales del agro.

Al recircular el agua verde para el lavado de los patios de espera y de alimentación, se elimina el 48% de la producción de purines del predio, disminuyendo la huella hídrica.

Existe factibilidad técnica y económica para el uso de la Energía Solar Fotovoltaica para recirculación de agua verde y trasvasije de purines.

Se recomienda el traslado de los purines que colapsan el pozo purinero de la lechería, para acumularlos en otro pozo (pozo de trasvasije), ubicado en un sector cercano a las plantaciones de cultivos suplementarios para su posterior aplicación como biofertilizante.

A pesar de que al comparar la Energía Solar Fotovoltaica con la Energía Eléctrica Convencional, se obtienen indicadores económicos similares, la Energía Solar Fotovoltaica presenta las siguientes externalidades positivas:

- ⇒ Energía limpia que no genera emisiones de CO₂.
- ⇒ Independencia de alzas del costo de la energía.
- ⇒ Mayor valorización de la imagen institucional del IPAAM.



EQUIPO REUTILIZANDO CON EL SOL

Gabriel Antonio Campos Toelg

Miguel Ángel Pozas Sáez

Carlos Andrés Ríos Sepúlveda

Antonela Lissette Vidal González

DOCENTES GUÍAS

Leopoldo Juvenal Ortega Corrales
Ingeniero Agrónomo

Juan Carlos Dumont Lataste
Ingeniero Agrónomo Ph.D.



DESAFÍO SELECCIONADO 5 PROPONER ALTERNATIVAS DE MEJORA A LA FORMA EN QUE ACTUALMENTE SE DESARROLLA EL PROCESO DE LIMPIEZA DE LOS PATIOS DE ESPERA Y ALIMENTACIÓN.

El Centro Productivo y de Práctica Holanda es un predio dedicado a la explotación lechera y perteneciente a la Fundación de Instrucción Agrícola Adolfo Matthei. Cuenta con 147 hectáreas y 218 cabezas de vaca masa.

Actualmente, se presentan dos problemáticas que aquejan al administrador a cargo del sistema pecuario. En primera instancia el predio utiliza altos volúmenes de agua potable en labores de limpieza de patios de ordeña y espera, como consecuencia de esto, el pozo purinero tiende a colapsarse en reiteradas ocasiones. De no ser mitigadas estas situaciones a tiempo generaran pérdidas económicas importantes en el sistema productivo.

La propuesta elaborada por el equipo denominado **Gestión Integral de Purines** contempla el tratamiento de purines, residuos generados a nivel de patios de alimentación y de espera en lechería, mediante la implementación de un sistema mecanizado. Con

ello, se busca obtener como resultado una fracción sólida (purines), y otra líquida (aguas verdes) que se reciclarán para el lavado de patio reiteradas veces.

Esta implementación propone técnicas de manejo de purines abordadas desde una perspectiva integral, en la cual se hace participe a todos los eslabones de la cadena productiva, hombres, animales, suelo y recursos naturales.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El material fecal más sólido, que hoy es desechado hacia la parte posterior del patio de alimentación, se arrastrará por medio de raspado mecanizado hacia el pozo purinero primario mediante una plataforma de acceso. Los efluentes provenientes del lavado del área de espera y área de alimentación, como también de la sala de ordeña, también derivarán al pozo de recepción primario.

El pozo primario tendrá un equipo multifunción, que será capaz de homogeneizar los purines, para posteriormente, realizar el bombeo hacia un equipo de separación.

Este equipo recuperará la parte líquida que se enviará mediante gravedad hacia un segundo pozo de almacenamiento para aguas verdes.

En el pozo secundario se implementará una bomba "flush" sobre pontón, que tendrá la función de impulsar a presión esta agua verde hacia la limpieza manual de los patios.

El material sólido obtenido como resultado del equipo de separación será recuperado periódicamente para su aplicación en pradera o cultivos, reduciendo el consumo de agua potable, evitando riesgos de contaminación ambiental, recuperando y reciclando los residuos sólidos y líquidos de los purines, cumpliendo con la normativa ambiental de protección de cursos de agua subterránea y superficial, generando un fertilizante con alta concentración de nutrientes y mayor cantidad de MS, y disminuyendo la compra de fertilizantes extra prediales.

PRINCIPALES DIFICULTADES O RIESGOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Invertir en tecnología es una decisión estratégica que afecta los diferentes eslabones de una empresa. Sin embargo, la planificación y la

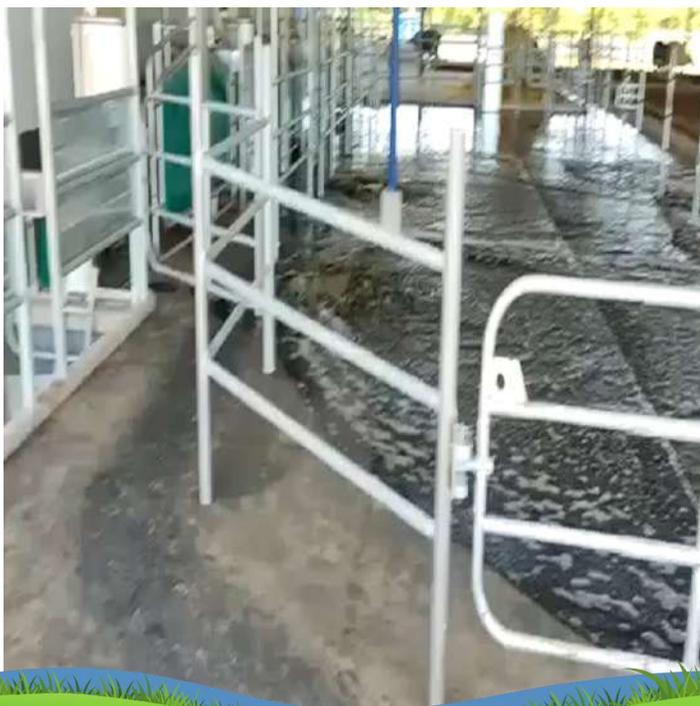


evaluación de riesgos son fundamentales para tomar la decisión más adecuada y reducir al máximo los márgenes de error.

El factor humano es una dificultad presente en todos los rubros, pero sin duda, es en el campo donde este mayoritariamente conlleva una resistencia a la innovación tecnológica, debido a que las personas están muy arraigadas a los métodos de trabajo convencional o tradicionales. Es habitual que los trabajadores sientan miedo a los cambios, sin embargo, estos miedos y la resistencia a innovar, están caracterizadas por el desconocimiento de las ventajas que la tecnología puede aportar tanto a las personas como a la empresa, así, como también el hecho de ignorar, lo amigable que es su manejo. Es por ello que, la presencia de un líder de trabajo y la capacitación de los trabajadores es de suma importancia para que el equipo pueda trabajar de manera coordinada, con un objetivo base.

La no gestión integral de los efluentes producidos a nivel predial podrían constituir una vía de diseminación de patógenos de origen fecal al medio ambiente, y representar un potencial riesgo de infección para la salud animal y humana.

Además, el no cumplimiento a la normativa ambiental de protección de cursos de agua subterránea y superficial, (Decretos Supremos



DS46 y DS90, respectivamente) pone a esta unidad productiva en riesgo latente de ser fiscalizada por Servicios Sanitarios (SISS), cuya regulación específica establece la facultad de sancionar con multa de hasta 1000 (UTA), pudiendo inclusive instruir la clausura del establecimiento, frente al incumplimiento normativo.

Actualmente el predio ocupa alrededor de 24.480 lt/de agua dulce en las limpiezas totales de patios, tanto de alimentación como de espera. Uno de los panoramas prioritarios es entender que el recurso natural del agua no es un bien de carácter inagotable, por ende, el uso de esta, debe ser racional y eficaz para los objetivos que determine el agricultor, sin que ello perjudique la calidad higiénica y organoléptica de la leche.

El no optar por alternativas que permitan cambiar los modelos del sistema de limpieza y el uso racional del agua, comprometerá el agotamiento del pozo profundo que actualmente provee el agua al predio. Además, se debe comprender que una de las problemáticas que hoy aquejan no sólo a nivel local, sino más bien mundial, es la disponibilidad de agua potable.

Por otro lado, la acumulación de estiércol sobre los pastizales es una pérdida económica desde cualquier ámbito del cual sea analizado. Al haber una acumulación excesiva en un acopio que no

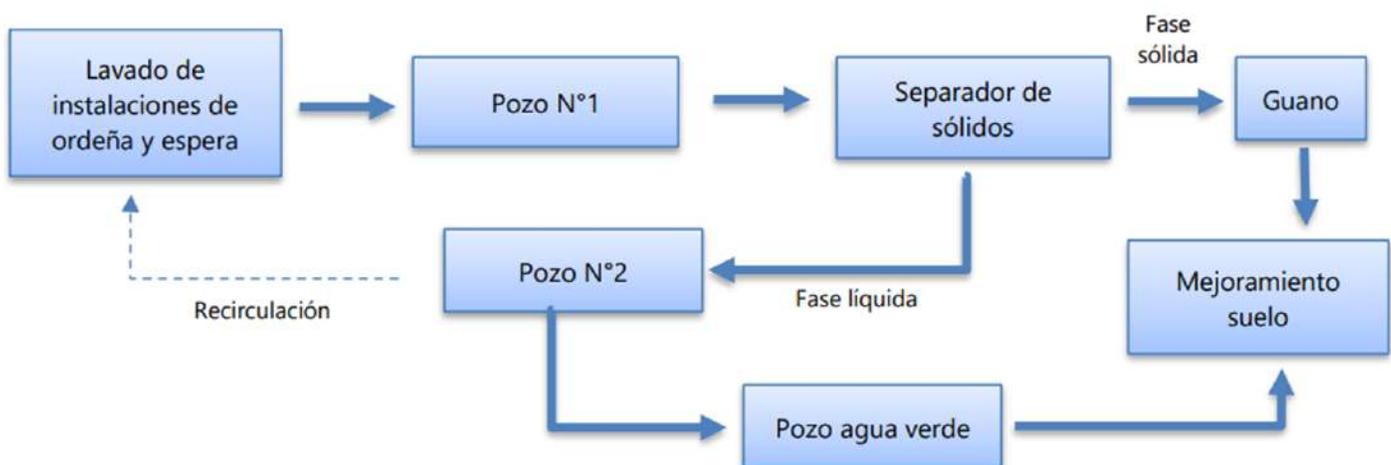


sea el adecuado (impermeabilizado), no sólo aumenta la carga patógena en praderas, también, conlleva a una elevada aparición de plagas como moscas y parásitos que perjudican la salud de humanos, animales y la calidad sanitaria de la leche.

Asimismo, la presencia de purines a los alrededores de la infraestructura de lechería, conlleva una gran pérdida de nutrientes que no están siendo aprovechados por la empresa, incurriendo en gastos de fertilizantes externos.

Considerando que el purín está compuesto de una gran cantidad de agua, el riesgo de que esta se infiltre en las aguas subterráneas o napas freáticas es inminente.

Separación física de purines: Un gran paso para su tratamiento, gestión medioambiental y social



La norma 46 del SISS regula esta situación y establece que:

1) Que las aguas subterráneas representan una importante fuente de suministro de agua para las ciudades.

Aproximadamente el 77% del agua utilizada por los servicios de agua potable rural proviene de esta fuente, y en el caso del abastecimiento urbano es de alrededor de un 40% a nivel nacional, según estadísticas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios al 31 de diciembre de 1995.

La proporción de uso de aguas subterráneas para el abastecimiento urbano es variable, llegando a ser prácticamente en su totalidad para las ciudades del norte del país.

2) Que la presente norma de emisión tiene como objeto de protección prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, mediante el control de la disposición de los residuos líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero.

Con lo anterior, se contribuye a mantener la calidad ambiental de las aguas subterráneas.

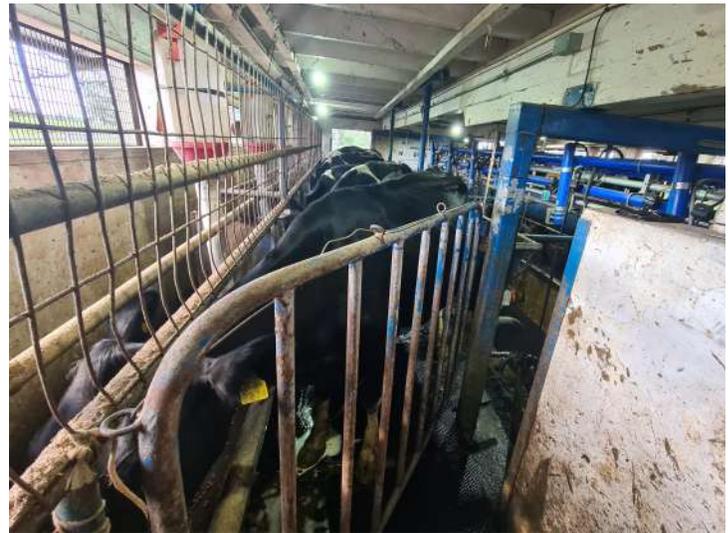
FACTORES QUE DIFERENCIAN A LA PROPUESTA

Esta tecnología es raramente utilizada aún en nuestro medio local, por lo tanto, sería un referente innovador para cumplir con la normativa legal vigente.

El equipo de separación de sólidos propuesto está por sobre la capacidad de separación de otras empresas, cumpliendo las normas y estándares internacionales establecidos para la producción de leche.

Características que diferencian la solución comparadas con la presente en el predio

Esta propuesta previene la generación de grandes volúmenes de purines tradicionales de los pozos purineros, permitiendo la aplicación parcializada, disminuyendo los efectos negativos en las praderas y medio ambiente.



Los métodos tradicionales que actualmente existen, almacenan los purines (fecas, orina, agua) durante largos periodos, lo que, frecuentemente genera un rebalse de los pozos purineros, contaminando praderas y cursos de agua por escurrimiento de purines y aguas verdes, esto genera además que deban ser aplicados al campo incluso en periodos invernales con alta saturación de agua en los suelos (destrucción de praderas), considerando que en épocas de alta pluviometría se incrementa el riesgo de pérdidas de fertilizante por lixiviación.

Este proyecto asegura el acopio de fertilizantes con alta concentración de micro y macro nutrientes, así, como también, una mayor cantidad de materia seca, con una textura parecida al compost, durante las épocas críticas de alta pluviometría que impiden su aplicación en praderas.

Características que diferencian la solución, comparadas con las disponibles en el mercado

La bomba Flush de 8 sobre pontón es utilizada para bombear el líquido de la superficie de un depósito o laguna. Posee una carcasa profunda y un gran codo de salida, favoreciendo la transferencia de estiércol líquido a gran caudal. Son de bajas revoluciones por lo que ofrece un alto caudal y notable rendimiento para alimentar un sistema de flushing, permitiendo manipular estiércol con una consistencia de hasta 3mm.

La pantalla de separación SlopeScreen 8x4Ft está diseñada para crear un efecto de reunión en el frente. Esto permite que los sólidos del estiércol se unan y disminuyan su velocidad a medida que avanzan hacia el fondo. A medida que crecen estos paquetes sólidos, se retienen en su lugar por más tiempo, lo que permite una mayor reducción de la humedad. El diseño de pendiente específico retiene estos sólidos con gravedad durante más tiempo que las marcas de la competencia. La criba de alambre en cuña está construida, según las especificaciones, teniendo en cuenta la separación del estiércol. Cuenta, además, con perforaciones de diferente tamaño para eliminar gran cantidad de sólidos. Su diseño vertical con curva desacelera el flujo del purín mejorando la separación, está diseñada para separar efluentes con un alto contenido de agua.

Los agitadores Agi-Pompe vertical, comparados con otras bombas, se caracterizan por su alta capacidad de bombeo y un dispositivo agitador muy efectivo. Especialmente indicadas para

agitar y bombear el estiércol líquido de vaca con cantidad limitada de paja, también es adecuada para alimentar un separador de estiércol líquido. Los dispositivos de ajuste están en la parte superior de la bomba y resultan fácilmente accesibles. Posee un rendimiento de hasta 1000 galones (EE.UU.) por minuto (850 galones imperiales por minuto; 3900 l/min). Cada pieza está diseñada en acero inoxidable y acero galvanizado, por lo que la vida útil de cada maquinaria se ve incrementada, lo cual justifica la inversión a largo plazo.

GIP
Gestión Integral de Purines



EQUIPO GESTIÓN INTEGRAL DE PURINES

Karen Alejandra Berrios Guerra

Tamara Denise Vera Sovier

Jhon Alex Obando Villarroel

Camila Andrea Fernández Mancilla

DOCENTE GUÍA

Pablo Roland Köpfer Schobitz

DESAFÍOS GRUPO HIJUELAS



DESAFÍO 1

Proponer nuevas formas de manejo integrado de plagas (MIP) subterráneas, las que afectan de forma importante la productividad del avellano pudiendo provocar incluso la pérdida total del huerto.

DESAFÍO 3

Desarrollar iniciativas innovadoras que permitan dar valor agregado a los subproductos y mermas del proceso productivo de la avellana.

DESAFÍO 4

Proponer iniciativas que apunten al desarrollo de sistemas de riego innovadores buscando dar solución a los daños que se producen al cosechar o realizar labores de suelo.

DESAFÍO 2

Desarrollar propuestas para el manejo y control de rebrotes, de menor costo al actual y que apunte a tener a futuro un proceso cada vez más sustentable y de menor impacto medioambiental.

DESAFÍO 5

Desarrollar iniciativas que inicien la medición de huella de carbono y de agua del proceso completo, desde que sale la producción del huerto hasta la llegada al mercado internacional de destino.



DESAFÍO SELECCIONADO 5

DESARROLLAR INICIATIVAS QUE INICIEN LA MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO Y/O DE AGUA DEL PROCESO COMPLETO, DESDE QUE SALE LA PRODUCCIÓN DEL HUERTO HASTA LA LLEGADA AL MERCADO INTERNACIONAL DE DESTINO.

La preocupación internacional por los efectos perjudiciales del cambio climático ha generado que organizaciones e instituciones profundicen sobre el conocimiento y las dinámicas de los gases de efecto invernadero (GEI).

En la década de los noventa surgió un concepto conocido como huella ecológica, la cual se compone de varias sub-huellas, siendo la más significativa en la actualidad la Huella de Carbono (HC).

En Chile, el conocimiento sobre la huella de carbono es bajo, sin embargo, entidades del sector agrícola han optado por la contratación de estudios para la medición de sus productos. En este contexto y en el marco de la convocatoria Open Innovation, el equipo **CUIDAMOS TU HUELLA** se propuso asumir el desafío de realizar un levantamiento del estado inicial en que se encuentra Viveros Nefuen en

estas materias.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Este proyecto contempla la cuantificación de carbono asociado a producto en Viveros Nefuen empresa perteneciente al Grupo Hijuelas. Esta medición fue abordada desde preparación de suelo, plantación y contempla finalmente su etapa productiva, donde se llega a ella en un periodo de 4 años al transformarse en un avellano en plena producción.

Esta información es la base de un informe que incluyó aspectos tales como: la descripción del proceso, un inventario de los elementos generadores de GEI, datos de consumos de combustibles, energía eléctrica, etc., con lo anterior se pudieron realizar cálculos, obtener los primeros resultados de medición que permitan reducir los indicadores e incluir una

de posibles mitigadores.

Respecto a las motivaciones que llevaron a las estudiantes a desarrollar este proyecto, comentaron que en países tales como Nueva Zelanda, Francia, Taiwán, entre otros, están adoptando mediciones de HC a la cadena de sus productos, si bien, Viveros Nefuen de Grupo Hijuelas exporta el 100% de su producción a países europeos, es de suma relevancia que los productores exportadores se anticipen a dichas exigencias, de tal forma que sus productos ingresen a estos mercados con un mayor nivel de competitividad.

Con esta iniciativa se buscan antecedentes adecuados que permitan tener una visión acerca de cómo proceder al cálculo o estimación de la HC del huerto, para posteriormente implementar estrategias que identifiquen cómo y dónde se deben aplicar las reducciones de dicha huella.

Dentro de los principales beneficios de la propuesta se encuentran:

Gestión sostenible: a través del mejoramiento de los indicadores medioambientales, contribuyendo a la reducción de GEI y mejora de procesos.

Ventaja competitiva: diferenciación de la empresa mediante el uso de estas herramientas de mejora ambiental.

Ser pionera en la obtención de registros: para adelantarse a los requerimientos futuros de sus clientes y por consiguiente ahorro de costos de implementación al contar con una primera versión de las mediciones.

PRINCIPALES DIFICULTADES O RIESGOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Como en la actualidad, Viveros Nefuen no cuenta con un sistema para la medición y cuantificación de los gases de efecto invernadero asociados a sus procesos productivos, se ha dificultado la recopilación de información de sus temporadas pasadas para iniciar los cálculos correspondientes.

No existen registros, por ende, el proyecto y medición inicia desde cero.

El enfoque principal durante la medición será la recaudación de información asociada a los tipos de gases emitidos, es decir, si estos son asociados a combustibles como bencinas, diésel, o también asociados a la electricidad, como el consumo de agua y manejos de residuos orgánicos durante la cosecha y post-cosecha entre otros manejos relacionados a la mantención del huerto, como podas, fertilizaciones, fumigaciones y registros para poder generar la cuantificación.

Cabe recordar que hoy en día las nuevas Leyes y Normas Medioambientales como la Ley 21455 del Artículo 1°, tiene por objeto hacer frente a los desafíos que presenta el 5 cambio climático, el cual busca transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de GEI y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050.

De esta manera, las empresas deben adaptarse al cambio climático reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático, y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile.

Durante los procesos productivos los gases que se emiten deben ser cuantificables año tras año, de lo contrario cuando se exija de manera permanente la medición y cuantificación Viveros Nefuen corre el riesgo de no poder exportar sus productos.



FACTORES QUE DIFERENCIAN A LA PROPUESTA

Dado que se ofrece una solución inicial preparada y desarrollada por estudiantes no tiene costo para la empresa.

Esta proponer un sistema de registro para poder generar una medición de la huella de carbono por medio de planillas Excel que construido por el equipo durante el desarrollo del proyecto.

Este modelo constituye la primera versión de las mediciones y permitirá realizar posteriores mediciones que permitirán a la empresa llevar un control para su posterior gestión por parte de la administración.

De acuerdo a lo investigado los servicios profesionales de este tipo tiene un costo aproximado desde 100 a 150 UF.

MEDICIÓN HUELLA DE CARBONO

La acción para la medición consta de siete actividades claves:

1.- Identificación de las principales fuentes de GEI. Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes.

Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

1.- Cuantificar las fuentes de emisión.

2.- Clasificar las emisiones.



3.- Registrar datos de emisiones .

4.- Análisis de datos entregados por la empresa.

5.-Generación de informes.

6.- Generación de plan de reducción de GEI.

Para dar inicio a la medición, se deben considerar los siguientes objetivos:

Cuantificar y medir: Calcular la contribución potencial de un producto al calentamiento global expresada como CO₂e, cuantificando todas las emisiones y remociones significativas de GEI durante el ciclo de vida del producto o procesos seleccionados, de acuerdo con los criterios de corte en el periodo determinado.

Generación Indicadores: Analizar principales indicadores de impacto asociados a Cambio Climático.

Evaluación: Evaluar estrategias, oportunidades y acciones a seguir.

METODOLOGÍA APLICABLE AL PROYECTO

El cálculo de huella de carbono del periodo determinado se realizará de acuerdo a la metodología, límites y consideraciones de la Norma ISO 14.067

1.- Definición de límites: La medición para Viveros Nefuen abarca desde la implementación del huerto, cabe decir, plantación, manejos de fertilización, manejos sanitarios, hasta plena producción.

2.- Definición de alcances El alcance que se abocará durante la medición será hasta la cosecha, cabe decir plantación- cosecha.

3.- Identificación de las fuentes de emisión asociadas al producto. Las principales fuentes de emisión en el huerto de avellano europeo, se relacionan a los gases emitidos por factores tales como: combustibles, electricidad y desechos orgánicos,

4.- Recolección de datos El levantamiento de información se ha llevado a cabo a partir de los parámetros adecuados que contemplan el proceso de medición de huella de carbono de cualquier tipo de empresa.

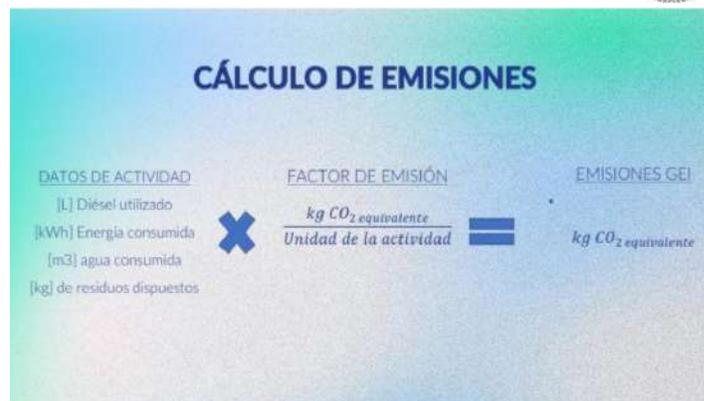
5.- Cálculo de huella de carbono: La fórmula para calcular la huella de carbono de un producto es relativamente sencilla. El resultado se obtiene multiplicando el dato de actividad (o de consumo) por su correspondiente factor de emisión. En base a esta fórmula existen varias metodologías para calcular la huella de carbono (UNE-ISO 14064, GHG Protocol, etc.)

Dato actividad: Parámetro que define el nivel de la actividad generadora de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Factor Emisión: cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada dato de actividad. Los datos de actividad se dividen en tres tipos de alcances:

Alcance 1: emisiones directas asociadas a las actividades de la organización y que están controladas por dicha organización (consumos de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos, pérdidas de gases refrigerantes, etc.).

Alcance 2: emisiones indirectas asociadas al



consumo energético adquirido y consumido por la organización.

Alcance 3: otras emisiones indirectas generadas como consecuencia de las actividades de la organización (viajes de trabajos de transportes externos, distribución del producto elaborado o gestión del fin de vida del producto y de los envases empleados en la distribución, etc.).

Los pasos a seguir para calcular la huella de carbono son los siguientes:

Escoger un año de cálculo.

Establecer los límites de la organización y los operativos.

Recopilar los datos de consumo.

Realizar los cálculos multiplicando los datos de actividad por los factores de emisión.

Elaborar un plan de reducción incluyendo las medidas que se prevé llevar a cabo.



EQUIPO CUIDAMOS TU HUELLA

Daniela Estefanía Arévalo Rosas

Camila Rocío Santibáñez González

Claudia Adela Varas Castillo

DOCENTE GUÍA

Juan Francisco Riquelme Soto

Contador Auditor

*“Mide tus emisiones hoy
Ojo con tus proyecciones de
mañana”*





DESAFÍO SELECCIONADO 1

PROPONER NUEVAS FORMAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP) SUBTERRÁNEAS, LAS QUE AFECTAN DE FORMA IMPORTANTE LA PRODUCTIVIDAD DEL AVELLANO EUROPEO (CORYLUS AVELLANA L.), PUDIENDO PROVOCAR INCLUSO LA PÉRDIDA TOTAL DEL HUERTO.

Las plagas subterráneas que mayores estragos causan en avellano europeo (*Corylus avellana* L.) en la región de Los Lagos son *Aegorhinus superciliosus*, principalmente, y *A. nodipennis*. Ambos insectos son nativos del conosur y se han adaptado muy bien a su nuevo hospedero, teniendo la capacidad de mermar la producción en un alto porcentaje e incluso de acabar con huertos enteros.

En el presente, se intenta solucionar este problema mediante el uso de insecticidas convencionales, los cuales, además de no estar surtiendo el efecto deseado, generan daño a la salud humana y al medio ambiente.

Atendiendo a esta problemática, el equipo denominado **BIOFUNGHI** propuso un Manejo Integrado de Plagas (MIP), que comprende realizar actividades de monitoreo de larvas en suelo y follaje, para realizar un control biológico con hongos entomopatógenos (HEP) o nemátodos entomopatógeno (NEP).

La propuesta es amigable con el medio ambiente e inocua para la salud humana. Estudios realizados en Chile han demostrado buenos resultados, lo que significaría una mejora sustancial respecto al panorama actual.

PRINCIPALES DIFICULTADES O RIESGOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Al evaluar el uso de hongos entomopatógenos (HEP) versus nemátodos entomopatógeno (NEP) para el control de plagas se consideraron distintas variables.

Aún cuando los nemátodos entomopatógeno (NEP) han obtenido resultados auspiciosos en el control de larvas, su costo es más elevado y su manipulación más compleja, por lo cual, esta opción quedó en un segundo plano.

Otro factor que motivó la elección del uso de hongos entomopatógenos (HEP) por sobre nemátodos entomopatógeno (NEP) radicó en que al usar NEP, podría haber problemas de disponibilidad para el momento óptimo de su aplicación, ya que esto dependerá, a su vez, de la disponibilidad que tenga el laboratorio que los cría (BioBichos), el cual se guía principalmente por el factor temperatura y humedad. Además, estos son un 70% más caros que los HEP.

La disponibilidad de los productos depende de INIA en su rol de productor y ofertante.

Por otro lado, la aplicación con pulverizador de espalda sería dificultosa si la superficie a intervenir es demasiado extensa.

Y por último, si llegasen a haber lluvias torrenciales, se retrasaría la fecha de aplicación del producto.

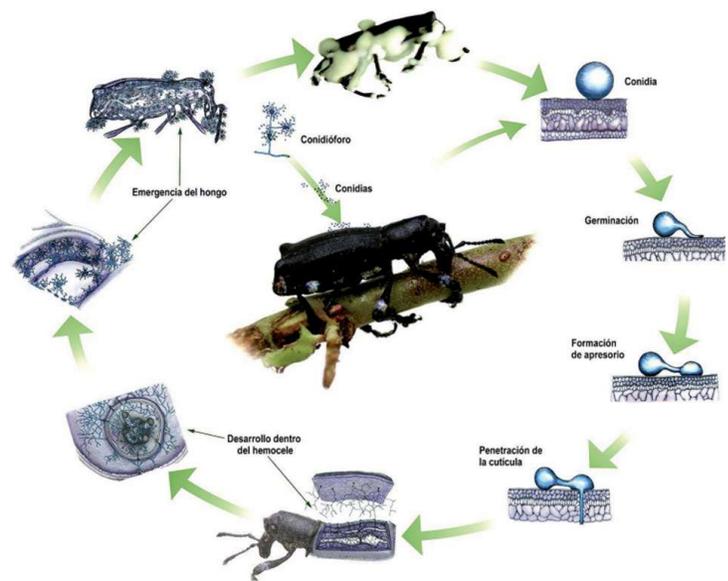


FACTORES QUE DIFERENCIAN A LA PROPUESTA

Actualmente, los huertos de avellano europeo (*Corylus avellana* L.) están recurriendo a la aplicación de insecticidas convencionales, los cuales no están siendo efectivos.

Se han aumentado y repetido las dosis, pero aún así no hay resultados favorables, debido a que los estados juveniles de la plaga se ubican en la zona radicular hasta 30 cm de profundidad y los agroquímicos no son capaces de infiltrarse de manera eficiente hasta dicha profundidad.

En cambio, los estudios realizados en el país con HEP han sido muy efectivos, ya que las esporas del hongo, al entrar en contacto con la larva y el insecto adulto, lo colonizan, invadiendo sus órganos y liberando toxinas que inhiben su desarrollo fisiológico y finalmente le causan la muerte. De igual forma, los NEP son capaces de localizar y perseguir al insecto huésped en su estado larvario.





Esto ocurre como respuesta a las emanaciones de CO₂, vibraciones, señales químicas y su capacidad para moverse a través del agua del suelo. Si comparamos las dos alternativas, los HEP son más económicos y de más fácil manejo que los NEP, por lo que, dadas las limitaciones del presupuesto, el uso exclusivo de HEP es la opción más viable.

Además de tener la ventaja de controlar tanto larvas como adultos, en comparación con los NEP, que sólo controlan larvas.

PLAN DE CONTROL EN FUNDO FORRAHUE MONITOREO DE LA PLAGA

Puesto que el objetivo de este proyecto era la realización de un MIP específicamente para plagas de suelo, se realizó un monitoreo que consistió en destapar las raíces de los avellanos para ver qué plagas estaban presentes en distintas ubicaciones y a distintas profundidades del perfil del suelo.

Con ello, se comprobó la presencia de las plagas esperadas, *Aegorhinus superciliosus* y

Aegorhinus nodipennis. No se detectó la presencia de adultos, (por fecha no era esperable encontrarlos), y en el caso de las larvas y las pupas, estas ya se encontraban dentro de las raíces de los avellanos, por lo que no fue posible observarlos directamente.

A través del contacto con los expertos del laboratorio de hongos entomopatógenos de INIA Quilamapu, Chillán, se seleccionaron las cepas del hongo *Metarhizium* sp. necesarias según las plagas detectadas en el huerto.

En este caso, dos, una para cada una de las especies de burrito detectadas, ya que se trata de cepas altamente específicas.

Las principales consideraciones para el uso y aplicación de hongos entomopatógenos son mantener el producto refrigerado hasta el momento de la preparación y realizar la aplicación durante días nublados o al atardecer.

En este caso, las aplicaciones realizadas al huerto pudieron realizarse en días nublados, el primero incluso con lloviznas ocasionales, lo cual facilita el ingreso de las esporas en el suelo. Al tratarse de una prueba piloto, la superficie a



controlar sólo correspondía a una hectárea, la cual fue dividida en dos marcos de media hectárea ubicados en zonas diferentes del cuartel.

Para realizar la aplicación, se utilizó una bomba de espalda manual para cada tratamiento, se calculó

la superficie a aplicar y la concentración necesaria para esa área.

MONITOREO POSTAPLICACIÓN

El monitoreo post aplicación se realizó 14 días después de finalizada la aplicación de ambas cepas.

Bajo condiciones ideales, es decir, haber podido contar con plazos más amplios para poder realizar cada uno de los pasos del Manejo Integrado de Plagas en las fechas que realmente corresponderían según el ciclo de vida de las plagas a controlar, debería haberse obtenido muestras de especímenes momificados en el suelo. Ello con el fin de recolectar una cantidad de colonias y determinar la efectividad del hongo *Metarhi-*



zium sp. Esto no fue posible y debió realizarse un simulacro de monitoreo. De igual forma, se pudieron realizar observaciones en terreno que dan indicios de que la aplicación fue exitosa, como la no presencia de especímenes adultos, los cuales ya deberían haber comenzado a aparecer en la época en la que se realizó la visita. Tampoco hubo un avance en el deterioro de los avellanos afectados. Los daños que se observaron eran los mismos que se habían registrado previo a la aplicación.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

El mercado de los bioinsumos en Chile ha crecido considerablemente en los últimos años, existiendo en la actualidad, de acuerdo al Servicio Agrícola y Ganadero, 120 productos clasificados como controladores biológicos de plagas y enfermedades, de los cuales, 17 pertenecen a *Metarhizium anisopliae* y 3 a *Beauveria bassiana*, según el listado "Insumos visados para agricultura orgánica nacional, de acuerdo al D. S 2/2016, actualizado a julio de 2022".

De los productos existentes en base a hongos entomopatógenos, la mayoría de éstos tienen una presentación en formato "polvo mojable", conteniendo conidias en estado puro, o mezcladas con otros productos.

No existen productos formulados mediante microencapsulación. El valor de las dosis de los distintos productos en base a hongos entomopatógenos varía según la cepa. Actualmente, el valor de venta de una dosis de HEP BioINIA varía entre \$28.750 y \$35.900 más IVA, a lo cual debe añadirse el aceite miscible necesario para realizar la mezcla a aplicar y el embalaje térmico para mantener las esporas a la temperatura adecuada.

CONCLUSIONES

Para lograr un buen control de las plagas es fundamental conocer sus características morfológicas y ciclo de vida. Sólo así se logra una correcta identificación de la plaga, y la selección del control más apropiado, específico y

con menor impacto para el medio ambiente.

Si bien una de las prácticas más utilizadas es el uso de plaguicidas, por las características de estas plagas, resultan poco eficientes a la hora de cortar su ciclo de vida. Esto conlleva a que el productor, -con el fin de conseguir un mejor resultado-, termina aumentando las dosis y la cantidad de aplicaciones sin obtener gran diferencia en los resultados. Esta práctica genera efectos negativos en el medio ambiente y no logran justificarse a la hora de buscar mejoras en la producción. Por esta razón, el uso de hongos entomopatógenos para controlar estas plagas resulta una alternativa más recomendable, ya que entrega una mayor eficiencia pues apunta a cortar el ciclo de vida, no generan residuos en el medio ambiente ni afectan la salud humana.

Sin embargo, requieren de mayores cuidados a la hora de ser aplicados debido a que precisan de adecuadas condiciones para alcanzar su máxima efectividad.

En la actualidad, se tiene acceso a una gran cantidad de especies de hongos entomopatógenos, los cuales, dependiendo de la cepa o variedad, permiten realizar un control altamente específico de la plaga que se desea

controlar. De ahí la importancia del monitoreo e identificación de las plagas presentes en el cultivo.

Por ello, se realizó el monitoreo e identificación de las plagas presentes en el huerto, y se comprobó la presencia de *Aergohinus superciliosus* y *Aergohinus nodipennis*. Lo anterior permitió la selección de las cepas correspondientes de *Metarhizium* sp., que fueron aplicadas mediante bombas de espalda manuales. Posterior a la aplicación se realizó un monitoreo orientado en la evaluación de resultados, actividad que si bien permite completar el proceso desde el punto de vista pedagógico que guio esta actividad, no es concluyente desde la perspectiva del manejo sanitario en sí, puesto que los resultados no serán realmente observables en su totalidad hasta el inicio de la próxima temporada.

Pese a ello, todo el proceso constituye una invaluable e innovadora herramienta pedagógica que significará para los miembros de **BIOFUNGHI** una ventaja comparativa a la hora de enfrentar el mundo laboral y una motivación para seguir capacitándose y aprendiendo.



EQUIPO BIOFUNGHI

Güisela Esmeralda Almonacid Huaiquín

Nicolás Felipe Huilitraro Andrade

Katalina Andrea Ripoll Rascheya

DOCENTES GUÍAS

Carmen Rossana Kramm Muñoz

Ingeniero Agrónomo



FUNDACIÓN DE INSTRUCCIÓN AGRÍCOLA
**INSTITUTO PROFESIONAL AGRARIO
ADOLFO MATTHEI**

