



INFORME TECNICO FINAL

Cláusula de confidencialidad	
Nombre del proyecto	Molduras protectoras de Cobre para Tratamientos de podopatologías en Rumiantes
Código del proyecto	PYT-2022-0118
Nombre coordinador	José Luis Benavente Pichún
Firma coordinador	

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR Y PRESENTAR EL INFORME

I. Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

II. Sobre la información presentada en el informe

- Debe completar todas las secciones del documento según corresponda.
- Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
- Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
- Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
- Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.

III. Sobre los anexos adjuntos al informe

- Deben enumerar y nombrar los documentos adjuntados en la tabla de la sección 15 del informe.
- Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
- Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
- También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

IV. Sobre la presentación a FIA del informe

- La presentación de los informes técnicos se realizará mediante la entrega de 2 copias digitales idénticas y sus anexos, en la siguiente forma:
 - a) Un documento "Informe Técnico Final", en formato word.
 - b) Un documento "Informe Técnico Final", en formato pdf.
 - c) Los anexos identificando el número y nombre, en formato que corresponda.
- La entrega de los documentos antes mencionados debe hacerse mediante correo electrónico dirigido al correo electrónico de la Oficina de Partes de FIA (oficina.partes@fia.cl). La fecha válida de ingreso corresponderá al día, mes y año en que es recepcionado el correo electrónico en Oficina de partes de FIA. Es responsabilidad del Ejecutor asegurarse que FIA haya recepcionado oportunamente los informes presentados.
- Para facilitar los procesos administrativos, se sugiere indicar en el "Asunto" del correo de envío: **"Presentación de Informe Técnico Final Proyecto Código PYT-XXXX-YYYY"**.

- La fecha de presentación debe ser la establecida en la sección detalle administrativo del Plan Operativo del proyecto o en el contrato de ejecución respectivo.
- El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES	5
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO	5
3.	RESUMEN EJECUTIVO	6
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	8
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)	8
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE)	9
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO	27
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO	27
9.	POTENCIAL IMPACTO	27
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO	27
11.	DIFUSIÓN	27
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES	27
13.	CONSIDERACIONES GENERALES	28
14.	CONCLUSIONES	30
15.	RECOMENDACIONES	31
16.	ANEXOS	32
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	57

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre ejecutor:	José Luis Benavente Pichún	
Nombre(s) asociado(s):	Universidad Bernardo O'Higgins, Tom Chile	
Fecha de Inicio iniciativa:	03-01-2022	
Fecha término iniciativa:	31-12-2022	
Tipo de Informe:	Final	
Período a informar:	desde	03-01-2022
	hasta	31-12-2022

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto			
Aporte total FIA			
Aporte Contraparte	Pecuniario		
	No Pecuniario		
	Total		

Acumulados a la Fecha		Monto (\$)
Aportes FIA del proyecto		
1. Total de aportes FIA entregados		
2. Total de aportes FIA gastados		
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes FIA		
Aportes Contraparte del proyecto		
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario	
	No Pecuniario	
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario	
	No Pecuniario	
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario	
	No Pecuniario	

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

Después de haber producido el último prototipo de la moldura con la tecnología de impresión 3D, se detectaron algunos problemas con las extrusoras de las impresoras, los cuales causaron errores en la impresión en diferentes capas del objeto.

Ante esta situación, se decidió proceder con una reparación utilizando un lápiz 3D, sin embargo, este método resultó inefectivo para solucionar el problema. La unión de las capas resultó débil y carente de resistencia, lo que indica que el lápiz 3D no logró unir adecuadamente las capas y fortalecer las zonas dañadas.

Este tipo de situaciones son comunes en el desarrollo de prototipos mediante la tecnología de impresión 3D, y requieren de una evaluación cuidadosa de los métodos y herramientas utilizados para lograr un resultado satisfactorio. En este caso, se necesitará investigar otros métodos y soluciones para lograr una reparación efectiva y garantizar la resistencia y durabilidad del prototipo.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

En primera instancia se realizó un estudio de podopatología en bovinos, se evaluaron 17 animales con problemas infecciosos en la lechería Pahuilmo. Las muestras de las heridas se analizaron mediante técnicas microbiológicas y se identificó a *Enterococcus* sp como el agente infeccioso más recurrente. Se evaluó el efecto antimicrobiano del material de la moldura y se observó una inhibición completa de algunos microorganismos. En una segunda fase, se realizó un examen clínico en 10 animales con problemas podales y se recopiló información mediante técnicas de escaneo 3D y fotogrametría. Con esta información, se diseñó y fabricó un prototipo de moldura impresa en material MD Flex con nano partículas de cobre. Sin embargo, se encontraron problemas en la adaptación, resistencia y durabilidad del prototipo. Se realizaron ajustes en el diseño para solucionar estos problemas, incluyendo la adición de refuerzos estructurales y un sistema de fijación con vendas coban. Después de varias impresiones y pruebas, se seleccionaron algunos

animales para evaluar la evolución de las lesiones con el uso del nuevo prototipo. Finalmente, se logró un diseño mejorado con una estructura más alta y refuerzos adicionales en la parte inferior, así como un sistema de anclaje con velcro que mejoró la resistencia y evitó su rotura.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar y validar una moldura protectora de nanopartículas de cobre impresa en 3D antimicrobiana para pesuñas de rumiantes con podopatologías como herramienta de tratamiento complementario a enfermedades podales de origen infeccioso en rebaños lecheros.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto ¹
1	Diseñar de la moldura protectora de pezuñas de vacas lecheras.	100%
2	Validar la eficiencia de la moldura protectora y su efecto en agentes infecciosos que producen enfermedades podales en vacas lecheras.	80%
3	Validar el diseño de moldura protectora en patas de vacas lecheras.	80%
4	Validar la eficiencia del uso de moldura protectora en patas de vacas con enfermedades podales en predios lecheros.	80%
5	Estimar los costos de producción, escalamiento y análisis de factibilidad para el registro de marca y propiedad industrial.	50%

¹ Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

6.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.

El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ² (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ⁸	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³	Fórmula de cálculo ⁴	Línea base ⁵	Meta del indicador ⁶ (situación final)	Fecha alcance meta programada ⁷		
1	1	Diseño de moldura protectora de pezuñas	Tipos moldura protectora para pezuñas de vacas lecheras		Prototipo inicial desarrollado en laboratorio	Prototipos funcionales desarrollados en terreno	Marzo 2022	Abril 2022	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.									
Durante el mes 1, 2 y 3 no se logró el objetivo de fabricar una moldura funcional ya que hubieron algunos problemas con el escaneo y la capacidad de procesamiento del computador utilizado, dado que se requiere una tarjeta gráfica para procesar los datos y generar una nube de puntos, se requirió conseguir un computador con dichas características para modelar el primer prototipo. Luego en el cuarto mes se logró modelar la nube de puntos y conseguir el primer prototipo funcional hasta que se consiguió un modelo que se pudo probar en una vaca.									

² Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

⁴ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

⁵ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

⁶ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

⁷ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

⁸ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El número de anexo que respalda el resultado y el proceso de prototipado corresponde a los anexos N°1 y N°2

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
2	2	Efecto de los constituyentes de la moldura protectora de cobre sobre agentes patógenos recurrentes en podopatologías de bovinos	Inhibición de crecimiento bacteriano in vitro por efecto de los constituyentes de la moldura		0	Efectividad mayor al 90% de efecto antimicrobiano en agentes infecciosos asociados a enfermedades podales en bovinos	Marzo 2022	Efecto inhibitorio total y parcial del contacto del material	Marzo 2022	100%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										
Se ha determinado que el agente patógeno más recurrente en la podopatologías estudiadas fue Enterococcus sp. Los otros dos agentes importantes fueron Proteus sp y Klebsiella sp. Además, se encontraron con menor incidencia Staphylococcus sp, E. coli y Citrobacter sp. Por otro lado, se determinó un efecto diferencial del material de la moldura hacia determinados microorganismos. En cultivos en placas de agar se observó una inhibición completa del crecimiento en Psuedomonas, S. aureus y Bacillus sp. También se observó una inhibición parcial en E. coli y S. epidermis. Por lo tanto, se demostró el efecto inhibitorio total y parcial del contacto del material, para el crecimiento de agentes infecciosos.										

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El número de anexo que respalda el resultado y el proceso de prototipado corresponde al anexo N°3

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
3	3	Diseño de moldura protectora de pata de vacas lecheras probado en condiciones de terreno	Diseño de moldura protectora ajustado a patas de vaca lecheras en terreno		0	Moldura correctamente ajustada, sin que se desprenda de la falange	Abril 2022	Prototipo funcional y a escala de una pata de vaca	Mayo 2022	100%
		Durabilidad de la moldura	Durabilidad y/o permanencia del modelo de moldura protectora en las patas de las vacas		0	1 mes	Mayo 2022	Obtención de prototipo no lo suficientemente resistente	Diciembre 2022	50%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										

	En primera instancia se logró un prototipo que se ajusta a las patas de las vacas, a lo largo del tiempo mientras se realizaban las pruebas en terreno, se comprobó que las molduras no eran lo suficientemente resistentes y se terminaban rompiendo.
--	---

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El número de anexo que respalda el resultado y el proceso de prototipado corresponde a los anexos N°4 y N°5

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
4	4	Recuperación de la lesión podal en base a la evaluación clínica	Número de días que se demora en recuperar la lesión en base al examen clínico de la lesión y score de claudicación.		60 días de acuerdo con la literatura	Disminución de tiempo de recuperación de la lesión podal de acuerdo con el origen de la patología a 45 días	Octubre 2022		Diciembre 2022	50%
			Números de tratamiento complementario utilizado.		Protocolo de cada predio de tratamientos actuales	Disminuir Protocolo/tratamientos de cada Predio	Octubre 2022		Diciembre 2022	50%
			Score de claudicación.		Progresión actual del score de claudicación de acuerdo al tipo de podopatología	Disminución del score de claudicación en cada podopatología	Octubre 2022		Diciembre 2022	60%
			Niveles de Cortisol en plasma sanguíneo.		20 ng/mL promedio en animales con podopatología	3,5 ng/ml promedio en animales sin podopatología	Octubre 2022		Diciembre 2022	0%

			Nivel de producción de leche		Nivel de producción de las vacas con presentación del cuadro clínico. Aproximadamente 10 litros/día	Reducción de efectos negativos de la podopatologías sobre los niveles productivos de cada animal. Recuperación a 25 litros/día	Octubre 2022		Diciembre 2022	0%
Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.										
De un total de 7 animales testeados 3 de ellos mantuvieron la moldura por 13 días, dos de ellos por 7 días y dos animales por solo un día. Por lo tanto, es necesario seguir modificando el modelo de la moldura que asegure una mayor duración. Sin embargo, es importante destacar que en todos los animales a los que se les aplicó la moldura, el score de claudicación disminuyó, principalmente un nivel y en un caso la lesión se recuperó completamente. Como referencia, se analizó la progresión de recuperación de animales sin moldura, solo con los tratamientos convencionales y tras el tiempo de 13 días, no hubo disminución del nivel de claudicación. Por lo tanto, considerando los resultados de laboratorio y las pruebas de campo en las que se pudo sostener la moldura a los animales por un período superior a 7 días y se observó recuperación de las lesiones y disminución del score de claudicación, podemos concluir que la moldura es efectiva aunque requiere mejoras en su diseño que asegure permanencia en las patas de los animales.										

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El número de anexo que respalda el resultado y el proceso de prototipado corresponde a los anexos N°6 y N°7

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)							% de cumplimiento
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Línea base	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta programada	Resultado obtenido	Fecha alcance meta real	
5	5	Estimar los costos de producción y escalamiento. Análisis de factibilidad para el registro de marca y propiedad industrial.	Estudio de Costos de Producción y Escalamiento del producto		Nº de informes	1	Diciembre 2022		Diciembre 2022	100%
			Registro de marca.		Nº de solicitudes de marca	Registro de marca presentado en INAPI	Diciembre 2022		No alcanzada	0%
			Solicitud de Propiedad industrial-modelo de utilidad		Nº de solicitudes de patente	Solicitud de Propiedad industrial presentado en INAPI	Diciembre 2022		No Alcanzada	0%
		Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.								
		Dada las circunstancias que no se llegó a un prototipo que aguantase todo lo necesario para hacer pruebas se estima no realizar el registro de marca y la solicitud de propiedad industrial ya que no hay un prototipo definitivo, en cambio si se realizo el estudio de costos y escalamiento.								

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El número de anexo que respalda el resultado y el proceso de prototipado corresponde al anexo N°8

a. Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

El principal obstáculo que se presentó en el proyecto fue la falta de un modelo totalmente resistente que pudiera soportar un período adecuado en las patas de los bovinos. Este problema hizo que algunos objetivos no se pudieran alcanzar en su totalidad y que, como resultado, no fue posible realizar algunas de las tareas finales, como el registro de la marca y la solicitud de propiedad industrial. La razón de ello es que no se logró fabricar un prototipo final con la herramienta de impresión 3D, lo cual resultó ser un obstáculo insalvable en la consecución de los objetivos planteados.

La falta de un modelo plenamente resistente ha sido un obstáculo para el éxito del proyecto y ha impedido que se cumplan todos los hitos y se lleve a cabo todas las tareas necesarias. Esto ha demostrado ser un desafío significativo para el equipo de trabajo y ha requerido una reevaluación de los procesos y técnicas utilizadas para lograr los resultados deseados.

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Procesamiento de la nube de puntos del escaneo 3D no se pudo llevar a cabo con los recursos computacionales que se poseen.	Retrasos en el modelado de la solución de moldura, esto llevó a no realizar una prueba en terreno del prototipo.	El proyecto se llevó a cabo de igual forma como estaba estipulado, se utilizó una computadora de terceros con tarjeta gráfica, para procesar la nube de puntos para formar la malla.
El escáner 3d si bien logra hacer un escaneo general de la pata de vaca, al estar realizando el procedimiento al aire libre, factores externos como la	Se llevó a cabo una reconstrucción de forma manual del vacío generado en la malla añadiendo un paso más al proceso de escaneo 3D.	Si bien se pudo llevar a cabo de forma exitosa la reconstrucción manual del vacío esto llevo a realizar pasos extras y consumió más tiempo del estimado.

contra luz que genera el sol, otorgó un vacío en la nube de puntos en uno de los lados de la pata de vaca.		
Impresoras con extrusor no compatible 100% con filamento. Extrusor se tapa.	Retraso y demora en la impresión de prototipos, además de pérdida de material.	Se adquirió una impresora 3D con extrusor directo compatible 100% con el tipo de material.
Cambio de Patero en Lechería Pahuilmo	Retraso en las pruebas de molduras. Ya que Patero retira molduras de los animales sin conocimiento de porque las tenían.	Al nuevo Patero se le informo el proceso, además se contrató un veterinario que va a terreno a revisar avances
Extrusores de Impresoras 3D se tapan.	Retraso y demora en la impresión de prototipos, además de pérdida de material y se recurren a gastos de mantención y cambios de componentes de Impresoras.	Se debe imprimir con menos velocidad y a una altura de capa menor a 0.3 mm.
Problemas de diámetro del filamento.	Con el tiempo se detectó un defecto en el filamento el cual no tiene el mismo diámetro en ciertas zonas, esto provoca atascos y pérdida de impresiones además de recambio de extrusores.	Estar pendiente durante todas las horas de impresión para detectar el atasco.
Tiempo en imprimir molduras.	Al bajar la velocidad de impresión y bajar la altura de capa, los tiempos se prolongan más de 3 veces.	Se adquirieron boquillas con diámetros mayores para que el proceso sea más rápido.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

a. Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

- 1.- “Clasificación de vacas con claudicaciones”: Se han clasificado 7 animales en relación al score de claudicación, los cuales han sido utilizados en los muestreos preliminares para los análisis microbiológicos, que se relacionan con la eficiencia de la moldura. Se realizó un muestreo en donde se analizó a 7 individuos con podopatología de origen infecciosa. A todos ellos se les tomó muestra, con la cual se determinaron los agentes microbianos preponderantes en cada una de ellas. Además, en paralelo se desarrollaron estudios de eficiencia de la moldura en cultivos de inhibición en placa.
- 2.- “Escaneo de patas de vacas”: Se realizó el escaneo con escáner 3D más una computadora portátil de patas de vacas con podopatologías en el predio lechero.
- 3.- “Elaboración molde protector”: Una vez realizado el escaneo se transformó la nube de puntos en una malla 3D la cual se imprimió y se dibujó sobre el molde protector.
- 4.- Producción de moldes 3D”: Se imprime el primer prototipo del molde protector con filamento MD Flex.
- 5.- “Análisis de eficiencia de moldura protectora”: se prueba el primer prototipo en vacas de la lechería Pahuilmo, donde el tamaño de la moldura fue un problema, por lo tanto, se realizó un nuevo escaneo 3D para fabricar una moldura más grande.
- 6.- “Ajuste moldura protectora”: al segundo prototipo ha pasado por varias iteraciones a medida que se ha probado en vacas, como modificaciones en la resistencia y forma de la moldura, además de la sujeción de la moldura a la pata.
- 7.- “Prueba de eficiencia de fijación y durabilidad de molduras en vacas”: se han realizado las primeras pruebas, si bien las vacas han perdido las molduras a causa de las camas donde se encuentran las vacas, se llegó a la conclusión que se debe mejorar el sistema de sujeción y reforzar la parte inferior entre las pesuñas en la moldura.
- 8.- “Selección de vacas con claudicaciones”: Y se ha empezado a seleccionar las vacas con claudicaciones.
- 9.- “Prueba de moldura en situación real”: Durante todo este proceso las pruebas en vacas en situación real ha sido de suma importancia, para la adaptación del modelo de moldura, modificando está a medida que surgen los problemas y resolviéndolos con las iteraciones.
- 10.- “Control progresión clínica”: se han seleccionado vacas y se empezó a hacer un control clínico de estas, anotando su progresión.
- 11.- “Análisis de resultados”: Se determina si es viable la fabricación de molduras con impresión 3D para la comercialización o se requiere recurrir a otro método.
- 12.- “Estimación de costos”: Se realiza la estimación de costos tomando como referencia el último prototipo de moldura.

b. Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

- 1.- “Registro de marca”: no se lleva a cabo ya que el diseño no es suficiente óptimo para que el producto sea durable.
- 2.- “Gestión de la propiedad industrial”: no se lleva a cabo ya que el sistema de fabricación no es el óptimo, se propone un método de fabricación de inyección de material en molde.

c. Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

La brecha en cuestión se deriva de la carencia de la tecnología de impresión 3D que permita la creación de piezas resistentes para molduras para vacas lecheras. Debido a esta limitación, no se puede obtener un prototipo final que cumpla con los estándares necesarios para su registro como marca y solicitud de propiedad industrial.

Por lo tanto, es necesario encontrar una solución que permita la creación de piezas resistentes y sostenibles con otra tecnología, o utilizar otras técnicas de fabricación más adecuadas.

La brecha en cuestión es un obstáculo importante en el camino hacia el éxito del proyecto, y requiere la implementación de soluciones innovadoras para superarla. La tecnología de impresión 3D puede ser útil en la fabricación de prototipos, pero para la producción de piezas finales resistentes, es necesario considerar otras técnicas y tecnologías.

9. POTENCIAL IMPACTO

a. Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales (\$), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

El material MDFlex ofrece una amplia gama de posibilidades. Por ejemplo, se puede utilizar en animales para tratamientos complementarios contra bacterias. Este material puede ser moldeado para producir protecciones para pezuñas de cabras u otros animales con pesuñas que sufran de infecciones en ellas.

Por otro lado, la tecnología de impresión 3D también ofrece una serie de ventajas. En la fase inicial de los proyectos, la producción de prototipos con una impresora 3D es mucho más barata que la producción con materiales tradicionales. Esto significa que se pueden hacer pruebas y mejoras antes de invertir en materiales más costosos. Además, la tecnología de impresión 3D permite la producción de piezas con una gran precisión y detalle, lo que es esencial para la fabricación de piezas médicas y terapéuticas para animales.

En conclusión, tanto el material MDFlex como la tecnología de impresión 3D ofrecen una amplia gama de posibilidades para la producción de piezas médicas y terapéuticas para animales. Cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas, pero ambos son esenciales para el avance de la tecnología en este campo y para mejorar la salud y el bienestar de los animales.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

No se produjeron cambios.

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1			No se realizarón		
2					
3					
4					
5					
n					
			Total participantes		

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

a. Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	Nº de mujeres	Nº de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el Nº de productores por etnia)	Totales
No Aplica	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes				
Totales					

b. Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		

No Aplica					

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Se considera por una parte que el desarrollo de una moldura protectora impresa en 3D con materiales antibacterianos se llevó a cabo con éxito y el material tuvo una reacción de repeler las bacterias más comunes en las enfermedades podopatológicas, lamentablemente no se pudo comprobar como un tratamiento alternativo en un largo plazo.

Se considera que el desarrollo de una moldura protectora impresa en 3D con material antibacteriano se llevó a cabo con éxito, mientras tanto, la investigación demostró que el material impreso presentaba una repelencia efectiva contra las bacterias más comunes asociadas con enfermedades podopatológicas. No obstante, los resultados obtenidos no permiten afirmar con certeza que esta moldura pueda ser considerada como un tratamiento alternativo para estas condiciones.

Es importante destacar que la implementación de materiales antibacterianos en dispositivos médicos puede contribuir significativamente a la reducción de la incidencia de infecciones. Sin embargo, es fundamental continuar investigando y evaluando la eficacia y seguridad de estos materiales antes de poder utilizarlos como tratamientos alternativos. Además, es necesario llevar a cabo estudios clínicos rigurosos que evalúen la eficacia a largo plazo de la moldura protectora impresa en 3D con materiales antibacterianos, así como su seguridad y efectividad en la prevención de enfermedades podopatológicas. Solo con esta información adicional, podremos determinar con precisión su potencial como un tratamiento alternativo viable.

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

El éxito del proyecto se debió en gran parte al trabajo en equipo del equipo técnico y la colaboración valiosa de los asociados. Estos individuos estuvieron presentes durante cada etapa del desarrollo, brindando su apoyo incondicional y ofreciendo su asistencia cuando fue necesario. Su contribución resultó ser esencial para lograr los objetivos previstos y superar los desafíos que surgieron a lo largo del camino. La combinación de conocimiento técnico, habilidades y experiencia de todos los involucrados permitió alcanzar un resultado exitoso en el proyecto.

--

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

La innovación más importante en un proyecto que utiliza la impresión 3D y filamento con nanopartículas de cobre para fabricar molduras protectores para patas de vacas es el uso de materiales avanzados con propiedades específicas para mejorar la eficacia en el tratamiento de enfermedades podales. El uso de nanopartículas de cobre en el filamento de impresión 3D permite obtener materiales nuevos y con propiedades antimicrobianas, lo que puede ayudar a prevenir la propagación de infecciones y mejorar la recuperación de las vacas.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

El uso del filamento MDFlex puede ser un tanto complicado, ya que el filamento a lo largo del carrete posee trozos más gruesos que de vez en cuando atascan el extrusor de la impresora 3D haciendo que la impresión se pierda y muchas de las veces tener que reparar la máquina.

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

La podopatología es una condición que afecta la salud de los pies de los animales y puede ser causada por diferentes agentes patógenos. En el estudio mencionado, se investigaron las podopatologías y se identificaron los agentes patógenos más recurrentes. Se encontró que *Enterococcus* sp era el agente patógeno más frecuente, seguido de *Proteus* sp y *Klebsiella* sp. Otros agentes patógenos, como *Staphylococcus* sp, *E. coli* y *Citrobacter* sp, se encontraron con menor incidencia.

Además, se investigó el efecto del material de la moldura en el crecimiento de los microorganismos. Se observó una inhibición completa en *Pseudomonas*, *S. aureus* y *Bacillus* sp y una inhibición parcial en *E. coli* y *S. epidermis*. Esto demuestra que el material de la moldura puede tener un efecto inhibitorio en el crecimiento de los agentes infecciosos.

Las pruebas de la moldura en campo presentaron obstáculos importantes, especialmente en cuanto a la permanencia de la moldura en las patas de los animales. Durante los primeros ensayos, la moldura se perdió debido a diferentes factores, como la cama en la que pisan las vacas y la sujeción inadecuada con venda Coban. Sin embargo, se hicieron mejoras en la resistencia del material y se buscaron nuevos ajustes para garantizar la permanencia de la moldura.

Finalmente, de los 7 animales testeados, 3 mantuvieron la moldura por 13 días, dos por 7 días y dos solo por un día. Aunque es necesario continuar mejorando el diseño de la moldura para asegurar su permanencia, los resultados indican que la moldura es efectiva en la disminución del nivel de claudicación y en la recuperación de las lesiones en comparación con los tratamientos convencionales.

En conclusión, a partir de los resultados de este estudio, podemos afirmar que la moldura es una opción prometedora para tratar las podopatologías en animales, ya que tiene un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de algunos agentes patógenos y puede mejorar la recuperación de las lesiones. Sin embargo, es necesario continuar investigando y

mejorando el diseño de la moldura para asegurar su permanencia en las patas de los animales.

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

La impresión 3D es una técnica útil en la fabricación de prototipos, pero no es adecuada para producir piezas finales de alta calidad y resistencia en el caso de molduras para vacas lecheras. A pesar de los esfuerzos para fortalecer las paredes y agregar refuerzos, la impresión 3D no logra brindar la resistencia necesaria para soportar las demandas de este tipo de aplicación.

Se recomienda utilizar la técnica de inyección de plástico con un molde para la producción del modelo final, aunque esto puede ser más costoso debido a la fabricación del molde. Sin embargo, la impresión 3D puede ser útil en la reducción de costos al utilizarse como base para el molde definitivo.

Para maximizar la eficacia del proyecto, es aconsejable realizar pruebas con los prototipos desde el inicio, ya que en tecnologías nuevas es más difícil lograr un modelo óptimo para las vacas en una etapa posterior. La experimentación temprana puede ayudar a identificar y solucionar problemas antes de invertir en la producción de un molde definitivo. En general, es importante tener en cuenta que la impresión 3D puede ser útil en la etapa de prototipado, pero no es la solución ideal para la producción de piezas finales resistentes para molduras para vacas lecheras.

16. ANEXOS

Anexo 1

Proceso de fabricación a partir de la nube de puntos.

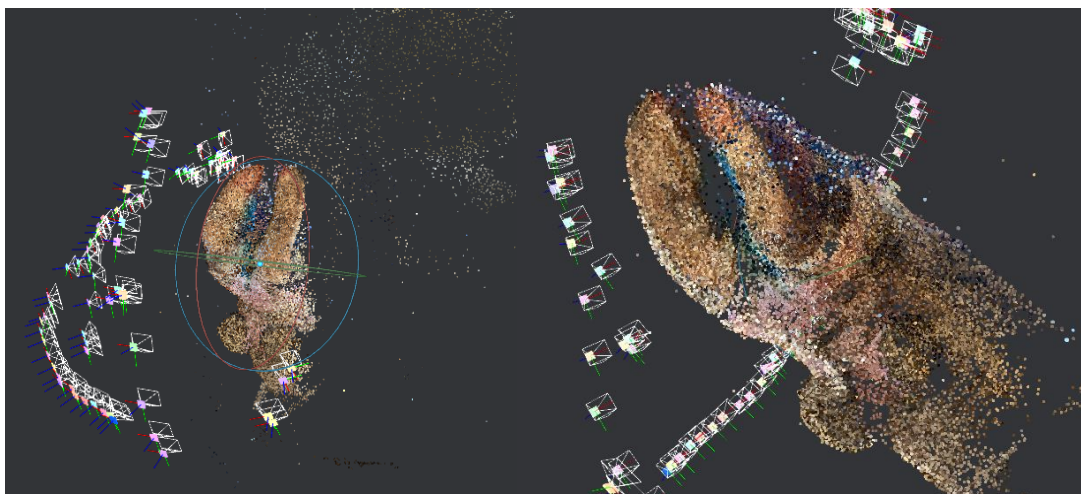


Figura 1. Nube de puntos generada por el escáner 3D

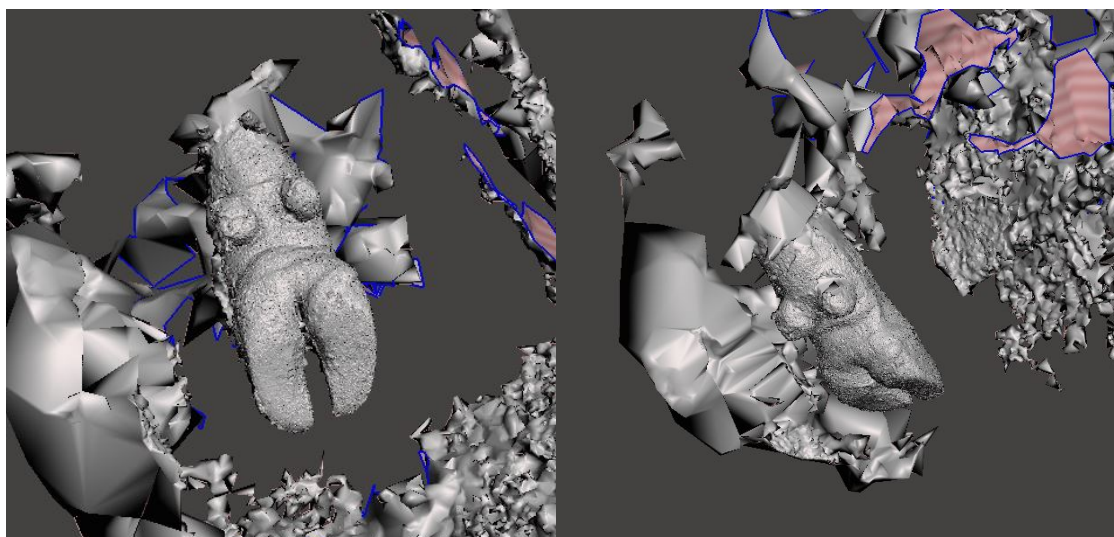


Figura 2. Nube de puntos procesada por computadora formando la malla.

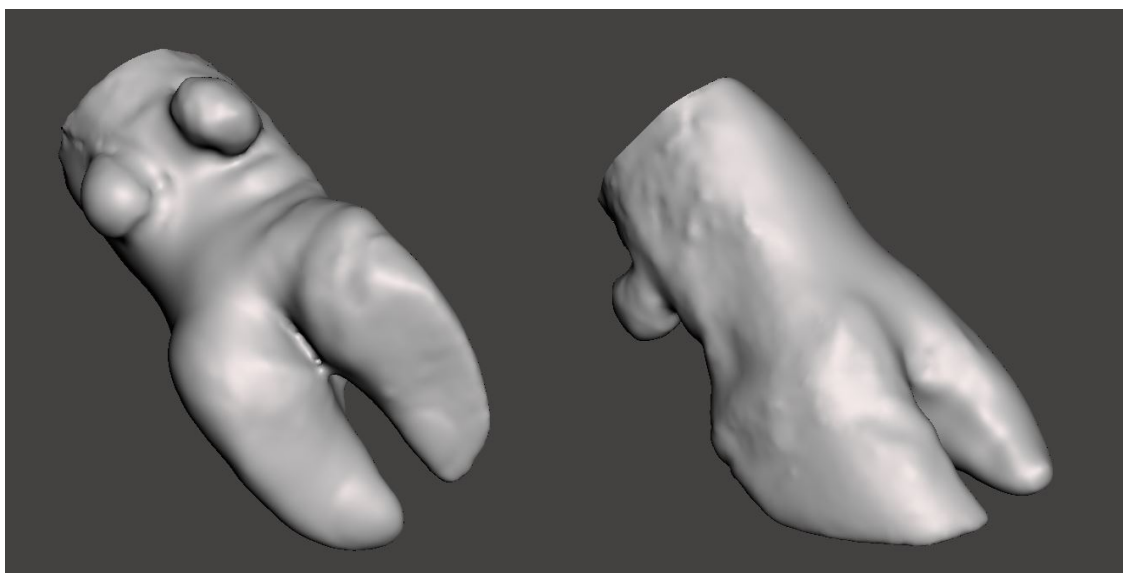


Figura 3. Modelo 3D de la pata, refinada y procesada a partir de la malla.



Figura 4. Modelo Impreso en 3D a tamaño real.

Anexo 2

Fabricación primer prototipo moldura impresa en 3D.

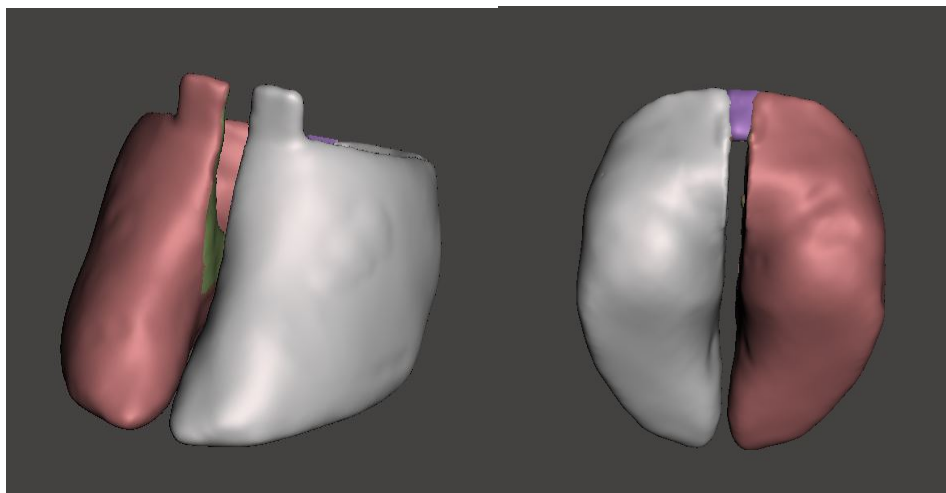


Figura 5. Primer prototipo moldura dibujado en 3D.

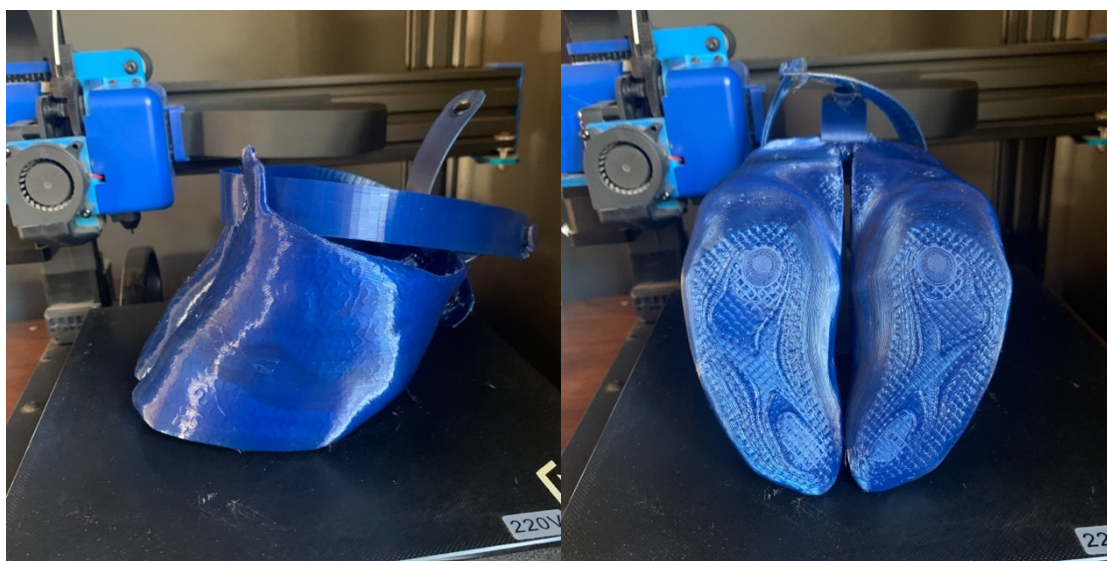


Figura 6. Prototipo de Moldura Impreso en MD Flex.

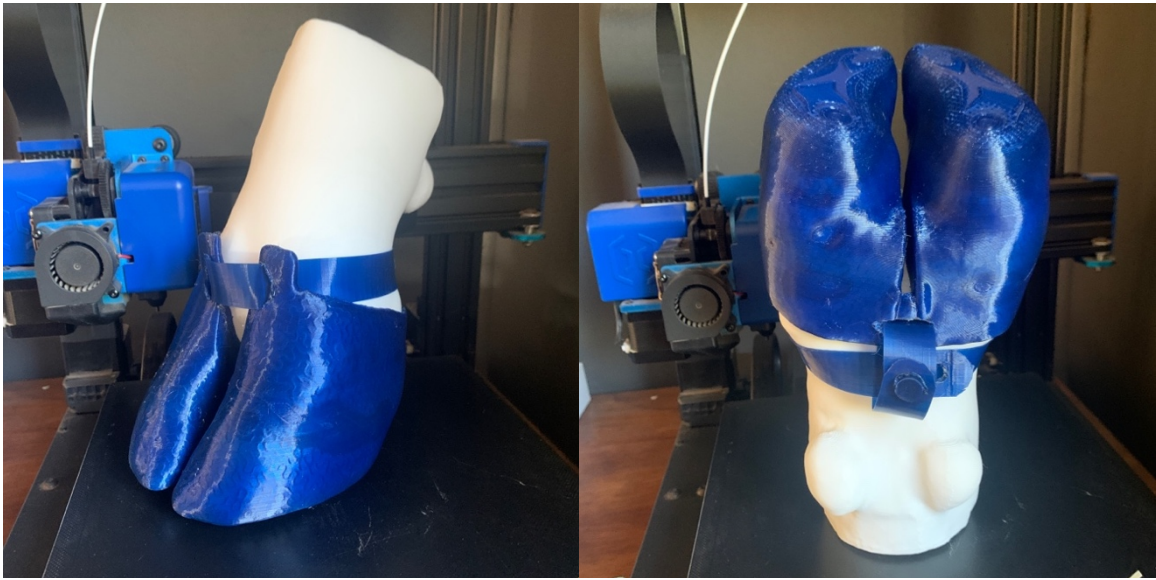


Figura 7. Prototipo de moldura puesto en modelo de pata impresa.

Anexo 3

Resultados de laboratorio cultivo con filamento MD Flex.

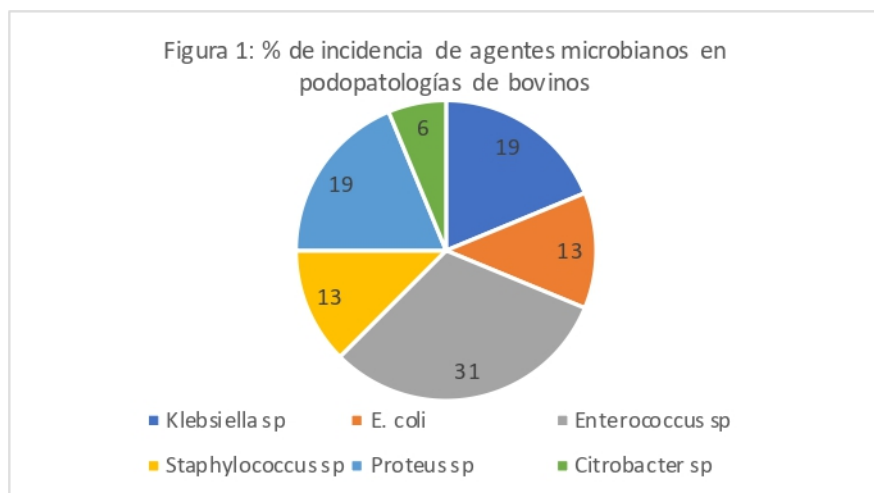


Figura 2: Ensayo preliminar de inhibición de crecimiento bacteriano por contacto directo en placas de agar



Anexo 4

Nuevos prototipos de moldura aplicadas en vacas.

Moldura con refuerzo aplicada en vaca, con sujeción de amarre.



Figura 1: Primera Iteración de moldura aplicada en vaca.

Moldura rebajada sin refuerzos con paredes más gruesas y menos flexible.



Figura 2: Segunda iteración aplicada con vendas coban.

Anexo 5

Evidencia de las áreas de ruptura de la molduras instaladas en las patas de vaca.



Figura 1. Molduras rotas por el interior de pesuñas.

Ultimo prototipo de moldura con curva de presión, anclaje con velcro y refuerzo al interior de pesuñas.



Figura 2. Molduras impresas con mejores rescatadas del modelo anterior.

Anexo 6

Informe técnico final
V 2018-06-29

Segundo informe veterinario en terreno.

VISITA
TERRENO

21-SEPTIEMBRE-2022



Descripción de la visita

En las fechas 7, 8, 13 y 21 de septiembre se revisaron 16 vacas con claudicaciones de distinto tipo, tratadas con despalme correctivo y curativo de acuerdo al procedimiento del campo. De ellas, no se hace seguimiento a todas debido a que las cambian de corral y no son separadas al finalizar la ordeña.

Se controlaron las vacas que ya habían sido despalmadas y con moldura colocada. Cabe señalar que las molduras se pierden en el 100% de los casos hasta ahora, cuando se ajustan con 1 venda coban o con doble venda.

Es necesario medir el % de pérdida de la moldura, y tomar medidas correctivas al respecto, ya sea en la moldura misma o en la forma de sostenerla en el pie de la vaca.

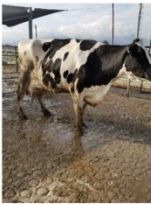
Se coordinó nueva visita para el 27 de septiembre.

A continuación se presenta cuadro comparativo de seguimiento de las claudicaciones de cada vaca evaluada:

ID vaca	Score simple cojera 1-2-3	Descripción de la lesión y tratamiento	Control 07 septiembre	Control 08 septiembre	Control 13 septiembre	Control 21 septiembre
14495	3	MPD (miembro posterior derecho) afectado de Dermatitis interdigital. Inflamación y edema	Sin control	Sin control	Sin control	Sin control

		severos, sin signos de infección Se había instalado moldura el 26/08, perdida 8 cc Rimadyl SC + Pederol + Zanil Nueva moldura instalada. La pierde antes de 30 minutos de colocada, la venda Coban no es lo suficientemente larga para afirmar la moldura.				
13446	2	MPD Erosión de talones + Enfermedad línea blanca + Doble suela MPI Doble suela + Úlcera plantar Zanil + Pederol			Score de cojera disminuye a 1 Úlceras plantares en remisión tanto en MPI como MPD. Se trata con Zanil, Pederol y vend. Se coloca moldura	

		Nueva moldura instalada en MPD y MPI el 30 de agosto			Imagen a la derecha	
12772	2	MPD Erosión de talones + Dermatitis Interdigital + Doble suela + Úlcera en talón y suela 8 cc Rimadyl SC + Pederol + Zanil Nueva moldura instalada y taco en dedo izquierdo del MPD el 30 agosto			Score de cojera disminuye a 1 Lesiones en franca remisión Pierde moldura colocada Zanil + venda Coban + Pederol Imagen a la derecha	
13234	2	MPI Enfermedad de la línea blanca + Úlcera plantar borde medial Nueva moldura colocada 30 agosto			Score de cojeras disminuye a 1 Lesión en remisión. Moldura perdida Se aplica Pederol + Zanil + taco sobre la moldura. Pegamento no es suficiente para	

					fijar la moldura con el taco. Imagen a la derecha	
13662 Evaluada 07/09/20 22	2 xifosis		Primera evaluación MPD erosión de talones y Dermatitis interdigital en remisión. Se aplica sulfato de cobre y Pederol MPI erosión de talones, Dermatitis interdigital en remisión, doble suela en remisión. Herida de talón tratada con suero + sulfato de cobre directo sobre la herida. Se coloca pederol y moldura	Sigue en score 2 Moldura colocada el día anterior está perdida Se coloca moldura de nuevo, esta vez ajustada con doble venda Imagen a la derecha 	Score 1 Revisión para sacar la venda, ya no tiene la moldura. Se da alta de su lesión	Sin control
14270	1		MPI erosión de talón en remisión. Sin			

			tratamiento y sin moldura			
12826	2			MPD doble suela, úlceras plantar dedo lateral. Pederol + taco. Queda sin moldura por la lesión que requiere uso de taco que no se pierda		
15230	3			MAI Enfermedad de la línea blanca. Se retira venda antigua. Mucho dolor. Al despalme se produce hemorragia. No se coloca moldura	Score permanece en grado 3 Lesión en franca recuperación CC 2,75 Venda y gasa aún permanecen Se coloca Pederol + Zanil con gasa + moldura con doble venda Coban	 

14375	3			MAI dermatitis interdigital, se extirpa y se coloca Zanil + Pederol. Moldura y doble venda		
-------	---	--	--	--	--	--

Observaciones generales visitas a terreno

En general, las lesiones podales más comunes son úlceras plantares y dermatitis interdigital, ambas con un socre de dolor alto. Estas lesiones se recuperan en un plazo de 8 días. Sería interesante poder medir la magnitud del efecto de la moldura y del tratamiento aplicado.

Las molduras se pierden fácilmente debido en parte al tipo de cama en el que pisan las vacas (compost, cama caliente con aserrín); en parte a que no quedan bien sujetas al pie con venda Coban, aunque ésta sea doble. El personal de la lechería las rescata y las regresa al sector de trabajo de podopatologías.

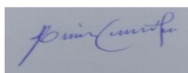
Las molduras son susceptibles de romperse (imágenes adjuntas).



Sugerencias técnicas:

Debe encontrarse la forma de ajustarlas firmemente al pie de la vaca.

- Una sugerencia sería usar pegamento utilizado para pegar tacos, fijando directamente la pezuña a la moldura por el borde del dedo (línea blanca).
- Se sugiere también un modelo de moldura más largo hacia la articulación metacarpo-falángica que permita ajustar mejor la moldura con la venda Coban.



María Angélica Contreras

Médico Veterinario evaluador de terreno

21-septiembre-2022

Anexo 7

Primer informe visita terreno veterinario.

VISITA TERRENO

30-AGOSTO-2022



Descripción de la visita

Se evaluaron 5 vacas con claudicaciones de distinto tipo, tratadas con despálme correctivo y curativo de acuerdo al procedimiento del campo.

Se controló 1 vaca que ya había sido despalmada y con moldura colocada, la cual se perdió. Esta vaca regresa con inflamación y edema severo en MPD (miembro posterior derecho).

Es necesario medir el % de pérdida de la moldura, y tomar medidas correctivas al respecto, ya sea en la moldura misma o en la forma de sostenerla en el pie de la vaca.

Se coordinó nueva visita para los días 7 y 8 de septiembre.

ID vaca	Score simple cojera 1-2-3	Descripción de la lesión	Tratamiento aplicado	Moldura colocada
14495	3	MPD (miembro posterior derecho) afectado de Dermatitis interdigital. Inflamación y edema severos, sin signos de infección Se había instalado moldura el 26/08, perdida	8 cc Rimadyl SC + Pederol + Zanil	Nueva moldura instalada. La pierde antes de 30 minutos de colocada, la venda Coban no es lo suficientemente larga para afirmar la moldura ¿se puede alargar la moldura o colocar una segunda venda?
13446	2	MPD Erosión de talones + Enfermedad línea blanca + Doble suela MPI Doble suela + Úlcera plantar	Zanil + Pederol	Nueva moldura instalada en MPD y MPI
12772	2	MPD Erosión de talones + Dermatitis Interdigital + Doble suela + Úlcera en talón y suela	8 cc Rimadyl SC + Pederol + Zanil	Nueva moldura instalada y taco en dedo izquierdo del MPD
13234	2	MPI Enfermedad de la línea blanca + Úlcera plantar borde medial		Nueva moldura colocada









