

PROYECTO BIOFABRICA
AGROPECUARIO Y
FORESTAL

RELATORIO DE
IMPACTO
AMBIENTAL

PROPONENTE: BELU BIO S.A.

Lugar: Potrero Naranjo
Departamento: San Pedro
Municipio: Tacuati
Superficie alquilada: 228,3 Ha
Superficie ocupada Fracción A: 215,52 Ha

Consultor: Ing. Agr. Christian Schreiber
Reg. CTCA I-969

RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO BIOFÁBRICA – Agropecuario y Forestal

1. INTRODUCCION

El presente Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA) corresponde al proyecto de Biofábrica, y ha sido elaborado en cumplimiento de lo establecido en la Ley N° 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y su Decreto Reglamentario N° 14.281/96.

El RIMA constituye un documento técnico de carácter informativo y explicativo, cuyo objetivo principal es resumir en forma clara, sencilla y comprensible los contenidos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), permitiendo identificar y comprender los impactos ambientales previsibles que podrían generarse durante las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y control propuestas.

Asimismo, el presente Relatorio tiene como finalidad facilitar la participación ciudadana, poniendo a disposición de la comunidad y de las autoridades competentes información relevante sobre el proyecto, su localización, las actividades previstas y su relación con el entorno físico, biológico y socioeconómico.

El proyecto de Biofábrica se orienta inicialmente al aprovechamiento interno dentro del establecimiento, mediante la producción de insumos de origen biológico destinados a mejorar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental, previendo a futuro la posible comercialización de dichos productos. En este contexto, el RIMA busca brindar una visión integral del proyecto y su compatibilidad con el ambiente, en concordancia con la normativa ambiental vigente.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es la adecuación ambiental y funcionamiento, de la BIOFABRICA

Objetivos Específicos

- Implementar una biofábrica destinada principalmente al abastecimiento interno de la propia finca, mediante la producción de insumos biológicos orientados a mejorar la fertilidad del suelo, optimizar el rendimiento productivo y reducir la dependencia de insumos externos.
- Promover el aprovechamiento y la valorización de subproductos y residuos orgánicos generados en la propiedad rural, fomentando prácticas de economía circular y una gestión adecuada de los mismos.
- Contribuir al desarrollo socioeconómico del área de influencia del proyecto, a través de la generación de empleo directo e indirecto, así como del fortalecimiento de capacidades locales vinculadas a la producción agropecuaria sostenible.
- Identificar, evaluar y gestionar los potenciales impactos ambientales asociados a la instalación y operación de la biofábrica, estableciendo medidas de prevención, mitigación, control y monitoreo, en cumplimiento de la Ley N.º 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y su decreto reglamentario.
- Establecer las bases técnicas, operativas y ambientales que permitan, en una etapa posterior, la eventual comercialización de los insumos biológicos producidos, siempre que se cuente con las habilitaciones y autorizaciones correspondientes de los organismos competentes.

1.3. ETAPAS DEL PROYECTO

1.3.1. Diseño del proyecto

En esta primera etapa se incluyó el proceso de planificación y elaboración del proyecto propiamente dicho.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Relevamiento topográfico
- Elaboración de planos constructivos civiles y de instalaciones especiales (eléctricas, sanitarias, prevención contra incendio, aire acondicionado, estructuras, detalles, etc.)

Esta etapa se encuentra concluida.

1.3.2. Ejecución o Construcción (fase actual)

Durante esta etapa se realizaron las siguientes actividades.

En esta etapa se realizaron las obras civiles y electromecánicas necesarias para la implementación de la infraestructura edilicia. Las actividades incluidas en esta etapa fueron:

- Ejecución de obras civiles y electromecánicas. Concluido
- Terminación y Equipamiento. Etapa actual.

1.3.3. Operación

En la fase operativa del proyecto se contemplan las siguientes actividades:

- Producción de insumos biológicos destinados principalmente al uso interno de la finca, tales como biofertilizantes, enmiendas orgánicas, microorganismos benéficos u otros productos afines, conforme a los procedimientos técnicos establecidos.
- Recepción, manejo y acondicionamiento de materias primas de origen orgánico, incluyendo su almacenamiento temporal, dosificación y procesamiento dentro de las instalaciones de la biofábrica.
- Operación de equipos e instalaciones destinadas a los procesos de formulación, fermentación, mezcla, maduración, envasado y/o almacenamiento de los insumos biológicos producidos.
- Aplicación de los insumos biológicos generados en las áreas productivas de la propiedad rural, como parte de las prácticas de manejo agropecuaria y forestal sostenible.
- Realización de controles operativos y de calidad, incluyendo ensayos, pruebas técnicas y seguimiento de parámetros productivos y ambientales.
- Capacitación continua del personal afectado a la biofábrica, así como ejecución de trabajos técnicos y operativos, en las actividades de laboratorio, ensayo y formación del recurso humano.
- Ejecución de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, equipos y sistemas auxiliares, a fin de garantizar su correcto funcionamiento y minimizar riesgos operativos y ambientales.

- Implementación de las medidas ambientales, de seguridad e higiene laboral y de monitoreo establecidas en el marco del plan de gestión ambiental del proyecto.

2.. ÁREA DE ESTUDIO Y ENTORNO

El área de influencia se define como la superficie sobre la cual las acciones derivadas del proyecto pueden generar algún tipo de efecto ambiental, ya sea positivo o negativo. Para este caso, se establecen dos categorías de análisis: **área de influencia directa** y **área de influencia indirecta**.

3.1. Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) corresponde al entorno inmediato del sitio de implantación de la biofábrica, comprendiendo el predio donde se desarrollan las instalaciones, sus áreas operativas, accesos internos, zonas de almacenamiento y sectores directamente vinculados a las actividades de producción.

En esta área se concentran las acciones propias de la etapa de operación del proyecto, tales como el manejo de materias primas orgánicas, el funcionamiento de equipos y procesos productivos, el tránsito interno de vehículos y personas, así como las tareas de mantenimiento y control operativo.

El AID se desarrolla íntegramente dentro de una propiedad rural de uso agropecuario y forestal, sin presencia de áreas urbanas, centros poblados ni viviendas ajenas a la actividad productiva. Por lo tanto, los impactos ambientales y sociales potenciales se encuentran localizados y controlables.

3.2. Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (**AII**) comprende el entorno rural circundante a la biofábrica, delimitado por un radio aproximado de 1.000 metros a partir del límite del Área de Influencia Directa, conforme a lo observado en la imagen satelital y cartografía analizada.

Dentro de esta área predominan los usos agropecuarios extensivos, con presencia de parcelas agrícolas, estancias ganaderas, silos y otras infraestructuras productivas dispersas, así como caminos rurales de uso vecinal. Asimismo, se identifican cursos de agua y drenajes naturales de pequeño porte.

La **AII** se caracteriza por una baja densidad poblacional, con viviendas rurales aisladas y ausencia de núcleos urbanos consolidados. En este contexto, los posibles efectos indirectos del proyecto se relacionan principalmente con el tránsito ocasional, la dinámica productiva local y, en una etapa posterior, la eventual distribución de insumos biológicos, sin que se prevean interferencias significativas con los usos actuales del suelo.

Considerando la localización del proyecto y las características del entorno, se concluye que la actividad se inserta en un ambiente rural, donde los impactos se concentran en el Área de Influencia Directa y los efectos indirectos sobre el entorno más amplio resultan de baja magnitud, siempre que se mantenga el cumplimiento de las medidas de gestión ambiental establecidas.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

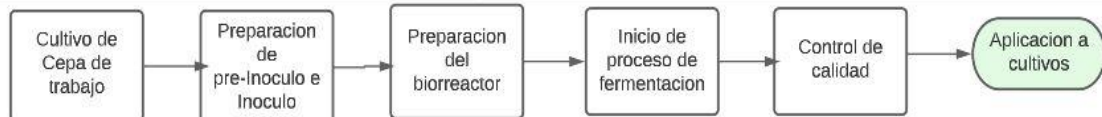
El proyecto consiste en la **construcción y puesta en marcha de una Biofábrica de productos de Control Biológico**, cuyo objetivo principal es la **producción de bacterias del género *Bacillus*** para su uso como agentes de bio-control en la agricultura.

Con esta iniciativa se busca **reducir entre un 50% a 60% la aplicación de agroquímicos**, contribuyendo a la disminución de patógenos en los cultivos de una manera ambientalmente amigable y sostenible.

El control biológico es una alternativa viable al uso intensivo de plaguicidas químicos, definido como el empleo de organismos vivos o sus metabolitos para suprimir la población de una plaga o enfermedad específica, reduciendo su impacto. Se trata de un fenómeno natural, ya que la mayoría de las especies tienen enemigos que regulan sus poblaciones.

Entre los microorganismos más utilizados se destacan las bacterias, debido a su amplia distribución en diferentes sustratos (suelo, rizosfera, superficie de plantas, insectos muertos, granos almacenados), su facilidad de cultivo y su capacidad para producir compuestos bioactivos.

3.1. Flujograma de producción:



3.2. Objetivos del Proyecto

- Implementar un laboratorio especializado para la producción masiva de *Bacillus* spp.
- Contribuir a la continua reducción del uso de agroquímicos y sus efectos adversos.
- Favorecer la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en base al control biológico.
- Producir bioplaguicidas seguros para la salud humana y el ambiente.
- Transferir tecnología y capacitación a los productores locales.

3.3. Especies a ser Producidas

Se trabajará con un portafolio de bacterias del género *Bacillus*, seleccionadas por su eficacia en biocontrol:

- *Bacillus thuringiensis*
- *Bacillus pumilus*

- *Bacillus amyloliquefaciens*
- *Bacillus subtilis*
- *Bacillus methylophilus*
- *Priestia aryabhatai*
- *Bacillus licheniformis*
- *Priestia megaterium*

Las cepas serán provistas en tiras de papel filtro, contenidas en criotubos, y se mantendrán mediante repiques periódicos para la renovación de la colección de trabajo.

3.3.1. Mecanismo de Acción de *Bacillus* sp

Las diversas especies del género *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* y *B. licheniformis*) se encuentra ampliamente distribuidas en los agro-sistemas y una de sus principales aplicaciones es el control de enfermedades de cultivos agrícolas. Estas especies del género *Bacillus* han demostrado tener actividad antagónica contra diversos microorganismos fitopatógenos de cultivos agrícolas, tales como maíz, arroz, frutales, entre otros. El mecanismo por el cual estas son capaces de ejercer un biocontrol de organismos fitopatógenos es complejo, involucrando no solo los compuestos antimicrobianos, sino además otros compuestos como las enzimas líticas y los VOCs, pasando de forma muy importante por la inducción de respuestas de resistencia en la planta, producto de la interacción con estos compuestos de origen microbiano. Muy seguramente, en las cepas de *Bacillus* reconocidas como biocontroladoras no existe un único mecanismo de biocontrol y muy probablemente un biocontrol efectivo está asociada a la sinérgica de varios o todos ellos

El estudio de esta capacidad de *Bacillus* como biocontrolador se inició por el descubrimiento de la actividad insecticida de las proteínas Cry producidas por *B. thuringiensis*; Bt es considerada una bacteria ubicua ya que se ha aislado de todas partes del mundo y de muy diversos sistemas como suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos, telarañas, etc.

La bacteria *Bacillus thuringiensis* actúa de la siguiente forma: El insecto ingiere la dosis letal. La enzima de tracto digestivo desdobla los cristales proteicos liberando las toxinas. Las toxinas producen la parálisis del aparato digestivo y partes bucales cortando el apetito del insecto. La toxina destruye las paredes intestinales del insecto. Las esporas penetran la pared intestinal reproduciéndose y causando una septicemia y muerte del insecto en un periodo de 2-3 días.

Otra especie comúnmente utilizada como biocontrol es *B. subtilis* que coloniza la rizósfera de los cultivos. Tiene la capacidad de producir o cambiar la concentración de sustancias reguladores de crecimiento como el Ácido Indolacético, Ácido Giberélico, Citocininas y Etileno. Produce compuestos que antagonizan patógenos, como Sideróforos, B1-13 glucanasas y quitinasas. A diferencia de otras cepas, *B. subtilis* puede adecuarse a amplios rangos de pH, temperatura y humedad sin que disminuya su acción. Con ello favorece el desarrollo de la raíz, la toma de nutrientes y la protección contra patógenos.

3.4 Infraestructura de la Biofábrica

La instalación contará con dos plantas, diseñadas para asegurar bioseguridad y eficiencia en el proceso:

Planta Baja

- Zona de carga y descarga
- Depósitos de insumos y productos terminados
- Área de envasado
- Sala de autoclave
- Sala de control de calidad

Planta Alta

- Recepción y oficinas (directorio, kitchenette)
- Sanitarios y vestuarios
- Sala de medios de cultivo
- Sala de crecimiento
- Laboratorio de control de calidad
- Sala de autoclave
- Sala con cabina de flujo laminar

Adicionalmente, la estructura productiva se organiza en cuatro áreas técnicas:

- a) **Área de utilidades** (equipamientos de soporte): área donde se tienen los equipamientos que le dan el soporte a la producción.
- b) **Área de fermentación** (biorreactores): área destinada a los bio-reactores para la producción de microorganismos.
- c) **Área de stock de insumos**: área destinado a los materiales que serán utilizados en el proceso de fermentación.
- d) **Área de almacenamiento de productos**: área donde serán almacenados los productos acabados.

3.5. Metodología de Producción

Para que los productos orgánicos sean elaborados con calidad, es necesario tener una estructura física adecuada, que contenga equipos e insumos de buena calidad, medio de cultivo adecuado, colección de trabajo que contiene microorganismos bien identificados y preservados, una metodología de producción bien establecida. Los microorganismos serán extraídos del mantillo del monte, que ingresara en el proceso productivo en la finca y de los controles de calidad durante y final del proceso

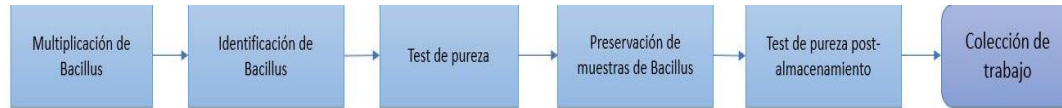
El primer paso para la puesta en marcha de la bio-fabrica es tener una colección de trabajo, donde bacterias de genero Bacillus de una estirpe pura son multiplicadas por medio de inoculación en Erlenmeyer y puestas en incubador, posteriormente las muestras deben ser identificadas morfológicamente y testeadas en cuanto a pureza, para luego ser almacenadas en tiras de papel filtro dentro tubos criogénicos.

3.5.1. Colección de trabajo

Para el cultivo de la bacteria de control biológico a gran escala es indispensable contar con un medio de cultivo adecuado. Los medios de cultivo para estas bacterias suelen tener una fuente de nitrógeno (extracto de caseína, caseína hidrolizada, peptona), otra de carbono (glucosa, dextrosa, almidón) y sales minerales (micro y macro elementos).

Así como contar con un espacio de trabajo seguro para el personal y libre de contaminantes de manera obtener los mejores resultados. Los procedimientos se realizan en una cabina de flujo laminar. La Cabinas de flujo laminar brindan un área delimitada por superficies fáciles de limpiar y desinfectar con un flujo de aire con doble filtro, uno de partículas grandes y otro de alta eficiencia capaz de retener partículas $\geq 0,3 \mu\text{m}$ logrando eliminación de posibles contaminantes.

3.5.2 Pre-inóculo



De las bacterias almacenadas en tiras de papel de la "Colección de trabajo" se inicia la multiplicación para la posterior inoculación del bio-reactor, para ello dentro de la cabina de flujo laminarse recogen las tiras de papel del tubo criogénico y se colocan en un matraz Erlenmeyer con medio de cultivo líquido, el matraz se rotula y se lleva a incubadora rotatoria a 200 rpm a $28 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24-72 horas. Pasado este tiempo se realiza una nueva microscopía para verificar la calidad de la muestra (debe presentar un buen índice de esporulación y ausencia de contaminantes).

3.5.3 Inóculo

Una vez confirmada la pureza, el cultivo se puede utilizar para preparar el inóculo. Para ello, el cultivo puro se somete a un choque térmico. Seguidamente se coloca 1 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 2000 mL que contenga 600 mL de medio de cultivo seleccionado para cultivo a gran escala. Se cierra el matraz y es llevado a la incubadora rotatoria (agitador) bajo agitación de 200 rpm y temperatura de $28 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ por un período de 10 horas. Después de este período de incubación, el inóculo se encuentra listo para transferir al bio-reactor.

3.5.4. Soluciones químicas

Junto al Inoculo son agregados al bio-reactor algunos reactivos tales como ácido fosfórico, hidróxido de sodio y antiespumante para controlar los parámetros de pH y la producción de espuma durante el proceso de fermentación. La preparación de estas soluciones se debe realizar con extremo cuidado en una campana extractora, teniendo en cuenta que implican reacciones exotérmicas y pueden producir quemaduras, se recomienda siempre el uso de equipos de protección personal.

3.5.5. Fermentación

La fermentación es un proceso bioquímico en el que se multiplican los microorganismos y se produce la biomasa para formular el bio-plaguicida. Como se mencionó anteriormente el medio de cultivo es un insumo de gran importancia en el proceso de fermentación, Se debe diluir el medio de cultivo dentro del bio-reactor de acuerdo a un instructivo. Se deben controlar y calibrar los sensores de pH, oxígeno, temperatura y espuma.

El bio-reactor utilizado es del tipo ***STR – Stirred Tank Reactor***. El mismo debe ser esterilizado preferiblemente en autoclave o según el método recomendado. Al término de la esterilización, si se realiza en autoclave, el bio-reactor debe enfriarse hasta alcanzar la temperatura de trabajo de $30 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

A partir de ese momento se airea el medio de cultivo, introduciendo aire filtrado al proceso, se ajustan los parámetros de temperatura y pH, seguidamente se añade el microorganismo al proceso, se recomienda que el volumen del inóculo se aproxime al 2% del volumen del medio de cultivo a inocular. Se deben realizar controles de los parámetros temperatura, pH y oxígeno a fin de corroborar que se encuentren dentro de intervalos para el óptimo crecimiento de la bacteria.

Una vez iniciado el proceso de fermentación, se debe llevar a cabo hasta completar la esporulación de las bacterias tan cerca del 100% como sea posible. Con el agotamiento de las fuentes de nutrientes del medio de cultivo, el microorganismo entra en una fase estacionaria donde no hay justificación para continuar el proceso. En ese momento llega el final de la fermentación

3.5.6. Control de calidad

- Muestras periódicas durante la fermentación.
- Análisis final de pureza y concentración del producto.

3.5.7. Envasado y almacenamiento

- Una vez aprobado el lote, se procede al envasado y almacenamiento en condiciones controladas.

3.5.8. Aplicación en Campo

- Los caldos fermentados se diluyen en agua antes de la aplicación.
- La dosis recomendada varía entre **0,5 a 4 L por hectárea**, según la especie bacteriana y el tipo de cultivo.
- Se aplican foliarmente mediante equipos de aspersión dentro de los 2–3 días posteriores a la fermentación.
- Evitar mezclar con agua caliente, cloro u otros productos que afecten la viabilidad de las esporas.
- Medidas de seguridad recomendadas: guantes, mascarilla, lentes y overol de protección.

3.5.9. Componente Agropecuario y Forestal

A pesar de que, en la presente actualización del informe, el proyecto de la biofábrica se presenta de manera independiente, la finca en la cual se desarrolla mantiene su carácter agropecuario y forestal, lo que constituye una condición estratégica para el funcionamiento integral del establecimiento. La continuidad de las actividades agrícolas, pecuarias y de parte de las plantaciones forestales permitirá contar con áreas de validación y ensayo de los bio-insumos producidos, funcionando como campo experimental y demostrativo hasta su producción final. Esta integración favorece la retroalimentación entre la biofábrica y las demás áreas productivas, generando un modelo de manejo sostenible en el cual los residuos agrícolas y pecuarios pueden ser aprovechados en la biofábrica, al tiempo que los productos obtenidos se aplican en la propia finca.

Asimismo, se mantendrán las áreas de reserva forestal obligatoria y parte de las plantaciones destinadas a cosecha y reforestación, garantizando la conservación de la biodiversidad y el cumplimiento de la normativa vigente. De esta manera, el proyecto se concibe como un establecimiento demostrativo que integra biofábrica, agricultura, ganadería y silvicultura, ofreciendo un modelo de producción sostenible

3.5.10. Uso Actual de la Tierra

La descripción del Uso Actual de la propiedad se ha realizado a través de la interpretación de la imagen satelital de fecha 24/09/25 y el trabajo de campo,

A continuación, se describe el uso actual de la tierra.

Cuadro Nº 1 - Estado Actual de la FRACCION A

USO ACTUAL	Hectárea	Porcentaje
Bosques de reserva forestal	106,76	49,54
Bosques protectores de cauces hídricos	0,07	0,03
Plantaciones forestales	75,26	34,92
Zonas de protección de cauce	3,06	1,42
Zona inundable	2,07	0,96
Uso agrícola	16,57	7,69
Abastecimiento de agua	0,31	0,14
Infraestructura-Biofábrica	2,63	1,22
Caminos corta fuego	1,45	0,67
Caminos	7,34	3,41
TOTAL	215,52	100,00

Los ítems de este cuadro se describen a continuación:

Bosques de reserva forestal: el sector cedido a la bio-fabrica cuenta con aproximadamente **106,67 Ha.** de bosque de la formación Parque del Río Paraguay en parte de transición con la formación forestal de Selva Central, y desde el punto de vista forestal, está conformada por bosque alto con ejemplares de hasta 30 a 35 metros en el estrato superior, con una conformación de estratos sub dominados que presentan una altura de 15 metros y el sotobosque que alcanza hasta los 7 metros de altura, compuesta de especies en estado de regeneración natural avanzada con especies arbóreas como Yvyra pyta, timbo, laureles, entre otros. Representa el **49,54 %** de la superficie total de la propiedad.

Bosques protectores de cauces hídricos: este uso ocupa una superficie de aproximadamente **0,07 Ha**, equivalente al **0,03 %** del total de la propiedad.

Plantaciones forestales: Este uso ocupa unas **75,26 ha** que corresponde al **34,92 %** de la propiedad

Zonas de protección de cauce: este componente ocuparía aproximadamente unas **3,6 Ha**, equivalente al **1,42 %** del inmueble.

Zona Inundable: Abarca aproximadamente **2,07 ha (0,96%)** corresponde a toda superficie afectada temporalmente por aguas de inundación originadas por precipitaciones, crecidas de cuerpos de agua y otros.

Uso Agrícola: Este uso abarca unas **16,57 ha** lo que correspondes al **7,69 %** del total de la propiedad

Abastecimiento de agua: Ocupa **0,31 ha (0,14 %)** y corresponde a infraestructuras utilizadas para el almacenamiento y distribución de agua como lo son en este caso tajamares, tanques, etc.

Infraestructura- Biofábrica (no operativa): Ocupa **2,63 ha (1,22 %)** corresponde al laboratorio de biocontrol donde se cultivarán microorganismos del género Bacillus para la aplicación al campo y así limitar la aplicación de agroquímicos disminuyendo la presencia del patógeno en el cultivo de una forma ambientalmente amigable.

Camino corta fuego: este componente ocuparía unas **1,45 Ha.** del total de la propiedad, equivalente al **0,67 %** y como su nombre lo indica su función principal es evitar que el fuego se propague al interior de la propiedad.

Caminos: Ocupa una superficie de **7,34 ha.**, y que **representa el 3,41 %** de la superficie total, y abarcan los sectores de interconexión a los diferentes sectores de la propiedad.

3.5.11. Uso Alternativo de la Tierra

El Uso Alternativo se ha propuesto sobre la base del siguiente cuadro:

Cuadro Nº 2 - Uso alternativo propuesto – FRACCION A

USO ALTERNATIVO	Hectárea	Porcentaje
Bosques de reserva forestal	106,67	49,54
Bosques protectores de cauces hídricos	0,07	0,03
Plantaciones forestales	19,30	8,96
Zonas de protección de cauce	3,06	1,42
Zona inundable	2,07	0,96
Abastecimiento de agua	0,31	0,14
Uso agropecuario	72,53	33,65
Infraestructura-Biofábrica	2,63	1,22
Caminos corta fuego	1,43	0,67
Caminos	4,01	3,41
TOTAL	215,52	100,00

Bosques de reserva forestal: Se conservan **106,67 ha** de bosque perteneciente a la formación Parque del Río Paraguay, en transición con la Selva Central. Presenta estratos bien definidos y especies nativas de alto valor, como lapacho, yvyra pytã, incienso y timbó. Este sector representa el **49,54 %** de la superficie total.

Bosques protectores de cauces: áreas destinadas a la protección de cursos de agua, con una cobertura aproximada de **0,07 ha (0,03 %** del predio).

Plantaciones forestales: se mantendrán unas **19,30 Ha** de plantaciones, equivalentes al **8,96 %** del inmueble, previendo su aprovechamiento y reforestación.

Zonas de protección de cauce: comprenden **3,6 ha (1,42 %)**, orientadas a la preservación de márgenes hídricos.

Zona inundable: abarca **2,07 ha (0,96 %)** que se ven temporalmente cubiertas por aguas de lluvia o crecidas.

Abastecimiento de agua: con **0,31 ha (0,14 %)**, incluye tajamares y tanques para almacenamiento y distribución del recurso.

Uso agropecuario: se destinan **72,53 ha (33,65 %)** a actividades agrícolas y pecuarias, con énfasis en rotación y manejo sostenible de suelos.

Infraestructura – Biofábrica: La biofábrica ocupa **2,63 ha (1,22 %)**, donde se implementa un laboratorio de bio-control para la producción de bio-insumos.

Camino corta fuego: Comprende **1,45 ha (0,67 %)**, destinado a prevenir la propagación de incendios.

Caminos: Suman **7,34 ha (3,41 %)** y conectan las distintas áreas de la propiedad.

4. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental causado por los proyectos de inversión tanto público como privado constituye hoy en día una tarea ineludible, que incluso se encuentra respaldada por normativas y regulaciones, que obligan a las personas tanto físicas como jurídicas a adecuarse a los diversos lineamientos que rigen a la materia. Todo esto con el fin de conocer con anticipación los efectos que una determinada obra o actividad pueda ocasionar.

Con el propósito de respaldar lo anteriormente mencionado el presente Plan de Gestión Ambiental tiene como objetivo la identificación de los posibles impactos originados por la actividad agropecuaria, para que de esta manera se puedan mitigar los posibles efectos que originan. De igual manera se presenta un plan de monitoreo mediante el cual se realiza un seguimiento de la evolución del proyecto y como las medidas de mitigación cumplen con los objetivos para las cuales fueron formuladas. Otro objetivo de las medidas de monitoreo es la de prever algún efecto no considerado en el momento de la elaboración del presente documento y así poder actuar en consecuencia impidiendo que algún impacto no deseado afecte de sobre manera al ambiente.

En conclusión, el presente Plan de Gestión abarca principalmente tres aspectos:

- ✕ Identificación de los Potenciales Impactos
- ✕ Elaboración de un Plan de Mitigación de los posibles impactos generados por el proyecto.
- ✕ Monitoreo de la factibilidad de las medidas de mitigación implementadas, para poder realizar las correcciones correspondientes y así evitar posibles daños o impactos no previstos en el presente Plan de Gestión.

4.1. Determinación de los potenciales impactos del proyecto – BIOFÁBRICA.

El área de influencia del proyecto se encuentra en una zona con comunidades naturales de flora y fauna adaptadas a las condiciones locales, que mantienen relaciones dinámicas de equilibrio con los factores físicos como suelo, agua y clima.

En este contexto, la instalación de una Biofábrica para la producción de Control Biológico no implica una alteración del hábitat natural, dado que se desarrollará en un predio ya transformado y con infraestructura planificada para tal fin hace tiempo.

Los impactos ambientales se concentran principalmente en la etapa de culminación construcción (movimiento de suelo, generación de residuos de obra, ruidos y consumo de agua y energía) y en la etapa operativa (uso de agua, generación de efluentes líquidos con carga orgánica, consumo energético, manejo de residuos biológicos y químicos de laboratorio). Todos estos impactos son **controlables mediante medidas de mitigación** adecuadas, como la gestión de residuos, esterilización de materiales, eficiencia en el uso de agua y energía, y cumplimiento de protocolos de bioseguridad.

Por otro lado, el proyecto genera **impactos positivos relevantes**, entre los que se destacan:

Ambientales:

- **Sustitución** progresiva del uso de agroquímicos por bio-insumos producidos en la biofábrica, reduciendo el riesgo de contaminación de suelos y aguas.
- Contribución a la salud de los agroecosistemas mediante la incorporación de microorganismos benéficos (ej. *Bacillus spp.*) que promueven un control natural de plagas y enfermedades.
- Reducción de emisiones indirectas asociadas a la producción, transporte y aplicación de plaguicidas químicos.

Socioeconómicos:

- Generación de empleo calificado y no calificado, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la biofábrica.
- Capacitación técnica del personal en biotecnología y buenas prácticas de bioseguridad agrícola.
- Circulación de capital en la economía local a través de la adquisición de insumos, contratación de servicios, transporte y mantenimiento de equipos.
- Acceso de los productores rurales a insumos más económicos y sostenibles, incrementando la rentabilidad agrícola.

En síntesis, el proyecto de la Biofábrica de Control Biológico presenta un **balance ambiental positivo**, ya que los posibles impactos negativos (ruido, residuos, consumo de agua y energía, riesgos laborales y biológicos) son de carácter **local, temporal y mitigable**, mientras que los beneficios en términos de sostenibilidad agrícola, reducción de agroquímicos y generación de conocimiento y empleo son de **alcance permanente y regional**.

El éxito del proyecto dependerá de mantener las medidas de control y mitigación, así como de un monitoreo ambiental y social continuo que asegure que la biofábrica opere dentro de los estándares establecidos, consolidándose como una alternativa innovadora y sostenible en la producción agrícola del país.

4.1.1. Identificación de impacto y medidas de mitigación

La determinación de los impactos será realizada conforme a la fase actual de la actividad. Entre los aspectos resaltantes de la evaluación se concluye que el proyecto constituye un gran aporte a la sociedad y a la agricultura sustentable biológicamente.

Desde el punto de vista socio - económico se destacan los siguientes beneficios:

- Ofrecer una alternativa amigable con el medio ambiente para el control de plagas.
- Apoyar el desarrollo de la comunidad y atención a sus necesidades.
- Impacto positivo sobre diversas actividades económicas, ayudando a mantener y fomentar fuentes de trabajo en los sectores vinculados al mismo.
- Crear en forma directa nuevas fuentes de trabajo en el área.

Entre los aspectos considerados críticos desde el punto de vista ambiental, están los posibles impactos originados por los residuos comunes y potencialmente peligrosos que se generan, razón por la cual se han contemplado las medidas de prevención y mitigación adecuadas.

Matriz de identificación de impactos

La matriz de identificación de impactos constituye una herramienta fundamental para relacionar de manera ordenada las actividades del proyecto con los diferentes factores ambientales y sociales que pueden verse afectados. A través de este instrumento es posible visualizar los posibles efectos positivos y negativos para la biofábrica, considerando las fases operativas, de mantenimiento y aplicación en campo.

Etapa	Actividad	Causa	Medio impactado	Efectos	Características del impacto
Operativa	Producción del bioinsecticida (fermentación bacteriana)	Generación de residuos líquidos y sólidos	Físico	Contaminación agua/suelo si no se tratan adecuadamente	Magnitud: baja – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
		Uso de agua en el proceso	Físico	Consumo de recurso hídrico	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Permanente
		Cultivo de <i>Bacillus</i>	Biológico	Riesgo bajo de liberación accidental (afecta insectos no objetivos)	Magnitud: Baja – Signo: Negativo – Relación: Indirecto – Duración: Temporal
		Generación de empleo	Socioeconómico	Fuente de trabajo y valor agregado local	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Directo – Duración: Permanente
Mantenimiento infraestructura	Limpieza y desinfección de equipos	Uso de químicos de limpieza	Físico	Contaminación de agua/suelo si no se gestionan	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
	Manejo de instalaciones	Socioeconómico	Sostenibilidad del proyecto	Permanente	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Indirecto – Duración:
Formulación y envasado	Mezcla con coadyuvantes	Generación de polvo	Físico	Riesgo leve a la salud de operarios	Magnitud: Baja – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
	Almacenamiento	Presencia de biomasa	Biológico	Atracción de insectos/plagas si hay mal manejo	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Indirecto – Duración: Temporal

Etapa	Actividad	Causa	Medio impactado	Efectos	Características del impacto
Uso de energía y maquinarias	Funcionamiento de calderas, agitadores, secadores	Consumo de energía	Físico	Emisión de gases y ruido	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
	Transporte de insumos y productos	Uso de combustibles	Físico	Emisiones y riesgo de derrames	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
Aplicación en campo	Uso del bioinsecticida Bt	Efecto en insectos plaga	Biológico	Control específico de plagas agrícolas	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Directo – Duración: Permanente
		Posible efecto en insectos no objetivo	Biológico	Reducción de biodiversidad local (riesgo bajo si hay manejo adecuado)	Magnitud: Baja – Signo: Negativo – Relación: Indirecto – Duración: Temporal
		Sustitución de agroquímicos de síntesis	Físico / Socioeconómico	Reducción de contaminación y mayor seguridad laboral	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Indirecto – Duración: Permanente

4.2. Plan de Mitigación de los principales Impactos

El plan de mitigación establece un conjunto de medidas específicas destinadas a prevenir, reducir o compensar los impactos negativos identificados en la matriz. En el caso de la biofábrica, se incluyen lineamientos para el tratamiento de residuos líquidos y sólidos, el manejo seguro de insumos y la reducción de emisiones.

Etapa de Construcción de la Biofábrica		
Acción / Actividad	Impactos Potenciales	Medidas de Mitigación / Potenciación
Preparación del terreno y movimiento de suelo	- Alteración temporal de la cobertura vegetal. - Erosión del suelo. - Generación de polvo.	- Delimitar el área estrictamente necesaria. - Humedecer caminos y superficies para evitar polvo. - Manejo adecuado del suelo removido y su posterior reincorporación.
Construcción de instalaciones (excavación, fundaciones, albañilería, estructuras metálicas, techado)	- Generación de residuos sólidos (escombros, restos de materiales de construcción). - Riesgo de derrames de combustibles, aceites o pinturas. - Aumento del ruido.	- Implementar planes de gestión de residuos de obra (clasificación, acopio y retiro por gestor autorizado). - Almacenar combustibles y químicos en contenedores con bandeja de retención.
Uso de maquinaria y equipos de construcción	- Emisión de gases y ruidos. - Riesgo de accidentes laborales.	- Mantenimiento preventivo de equipos. - Uso de EPP obligatorio (casco, botas, chaleco, protección auditiva). - Señalización de áreas de riesgo.

Etapa de Construcción de la Biofábrica		
Acción / Actividad	Impactos Potenciales	Medidas de Mitigación / Potenciación
Consumo de agua en obra	- Posible desperdicio de agua.	- Uso racional del recurso (grifos de cierre automático, control de fugas). - Reutilizar agua en humectación de caminos.
Manejo de residuos peligrosos (envases de pinturas, solventes, aceites, lubricantes)	- Contaminación del suelo y agua por disposición inadecuada.	- Segregación en origen y almacenamiento temporal en recipientes adecuados. - Entrega a gestores autorizados.
Ingreso y circulación de personal obrero	- Riesgo de accidentes laborales. - Posibles conflictos por seguridad o convivencia con la comunidad.	- Inducción en seguridad ocupacional y salud laboral. - Señalización y control de accesos. - Coordinación con la comunidad para horarios y ruidos.
Construcción de caminos de acceso y patios internos	- Compactación del suelo. - Incremento de escorrentía superficial.	- Planificar drenajes adecuados. - Minimizar áreas de compactación innecesarias.
Etapa de obra en general	- Generación de empleo temporal (impacto positivo). - Dinamización económica local por contratación de servicios y compra de materiales.	- Favorecer la contratación de mano de obra local. - Priorizar proveedores de la zona.
Proyecto Biofábrica de Control Biológico		
Acción / Actividad	Impactos Potenciales	Medidas de Mitigación / Potenciación
Trabajo de laboratorio y manipulación de microorganismos	- Emisión de vapor y generación de olores. - Vertimiento de aguas residuales con carga orgánica (DBO, DQO). - Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos biológicos. - Riesgo de accidentes por manipulación de material biológico.	- Operar autoclaves con buena ventilación y exclusivamente en áreas designadas. - Separación y esterilización de residuos (autoclave, hipoclorito, alcohol 70%). - Sistema de tratamiento de aguas residuales con pretratamiento y lecho de secado. - Capacitación del personal en bioseguridad y manejo de residuos.
Uso de agua en procesos de lavado y fermentación	- Consumo elevado de agua. - Generación de efluentes líquidos.	- Concientizar al personal sobre uso eficiente del agua. - Complementar el lavado con métodos de desinfección alternativos. - Re uso o disposición controlada de aguas tratadas.

Eta de Construcción de la Biofábrica		
Acción / Actividad	Impactos Potenciales	Medidas de Mitigación / Potenciación
Funcionamiento de equipos (autoclaves, incubadoras, cámaras de fermentación, cabinas de flujo laminar, sistemas de aireación)	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo constante de energía eléctrica. - Riesgos de incendio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de iluminación y equipos de bajo consumo. - Apagar equipos fuera de uso. - Mantenimiento preventivo regular. - Contar con extintores y salidas de emergencia señalizadas.
Manejo de sustancias químicas auxiliares (alcohol, hipoclorito, detergentes, medios de cultivo)	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de derrames. - Posible contaminación del suelo y agua si no se manipulan correctamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento en áreas designadas con bandejas de contención. - Plan de contingencia ante derrames. - Capacitación en manipulación segura.
Producción de caldos fermentados y bioinsumos	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo mínimo de dispersión de microorganismos. - Generación de olores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de cepas bien caracterizadas y no patógenas. - Aplicación en campo dentro del plazo establecido (2-3 días post-fermentación).
Gestión de residuos sólidos (medios de cultivo, material desechable, plásticos, papel)	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de residuos biológicos, reciclables e inertes. - Riesgo de contaminación cruzada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Segregación en origen (biológicos, reciclables, ordinarios). - Esterilización previa de residuos biológicos. - Contratar gestor autorizado para disposición final de residuos peligrosos.
Operación de la biofábrica	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de empleo local. - Capacitación de personal en biotecnología. - Sustitución de agroquímicos. - Reducción de contaminación en suelos y aguas agrícolas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Potenciar la capacitación técnica del personal. - Establecer programas de transferencia de tecnología con agricultores. - Documentar y difundir resultados positivos de la reducción de agroquímicos.
Aplicación de bioinsumos en campo	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución del uso de agroquímicos (impacto positivo). - Mejora de la salud del suelo y biodiversidad microbiana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Promover buenas prácticas agrícolas en la aplicación de bioinsumos. - Monitorear resultados en campo para optimizar el uso.

Aplicación en Campo de Biocontroladores		
Acción / Actividad	Impactos Potenciales	Medidas de Mitigación / Potenciación
Preparación de caldos y bioinsumos para aplicación	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de contaminación por uso de insumos no controlados. - Generación de olores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar únicamente microorganismos caracterizados y aprobados. - Almacenar y aplicar en el plazo recomendado (2–3 días). - Realizar las preparaciones en áreas adecuadas y ventiladas.
Carga, transporte y manipulación de bioinsumos	<ul style="list-style-type: none"> - Posibles derrames de caldos durante transporte. - Riesgo de accidentes laborales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar envases resistentes y correctamente cerrados. - Capacitar al personal en manipulación segura y uso de EPP. - Contar con plan de contingencia ante derrames.
Aplicación en campo (aspersión, riego, inoculación en suelo o planta)	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo mínimo de dispersión no deseada de microorganismos. - Posible generación de olores durante aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar únicamente en dosis recomendadas. - Evitar aplicaciones con viento fuerte o lluvias intensas. - Mantener registro de dosis, lotes y áreas tratadas.
Interacción con el suelo y cultivos	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la salud del suelo y biodiversidad microbiana (impacto positivo). - Disminución de agroquímicos (impacto positivo). - Riesgo de desequilibrio microbiano si se aplican dosis inadecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear periódicamente la microbiota del suelo y estado del cultivo. - Ajustar dosis según resultados de campo. - Promover prácticas de rotación y manejo integrado de plagas.
Interacción con fuentes de agua cercanas	<ul style="list-style-type: none"> - Posible arrastre de microorganismos por escorrentía superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar aplicación en franjas de protección de cauces y tajamares. - Mantener franjas de amortiguamiento (buffer).
Uso de equipos de aplicación (mochilas, tractores, drones)	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de accidentes laborales. - Consumo de combustibles fósiles (impacto negativo menor). 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar en el uso seguro de equipos. - Mantener equipos en buen estado. - Fomentar aplicaciones con tecnologías de bajo consumo energético.
Resultados esperados en el mediano y largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del uso de agroquímicos entre 50–60% (impacto positivo). - Mejora en la salud pública y del ambiente. - Incremento de la rentabilidad agrícola al reducir costos de insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Documentar y difundir los resultados positivos. - Implementar programas de capacitación continua con agricultores. - Establecer alianzas con instituciones de investigación para validar resultados.

4.2.1. TRATAMIENTO DE EFLUENTES

INTRODUCCION:

El diseño de la PTE se diseñará de manera tal a remover la mayor cantidad posible de sólidos en suspensión coagulables y floculables, y a neutralizar su pH, a efecto de que los efluentes de salida puedan ser nuevamente reciclados, por medio del agregado de bacterias específicas que produce la propia empresa, y se pueda evaluar su reaprovechamiento en un campo agrícola experimental vecino a la Planta de Tratamiento por medio de riego.

El sistema de tratamiento de efluentes se dividirá en:

- Pre-Tratamiento (desbaste con rejillas)
- Tratamiento Primario (con tratamiento físico-químico previo para los efluentes industriales).
- Disposición/Reciclaje en campo

DESCRIPCION DEL PROCESO:

- 1) El efluente del primer enjuague, SIN PRODUCTOS QUIMICOS, será conducido a una cámara de rejillas, cámara de decantación de sólidos y luego bombeado directamente al campo, para reaprovechamiento por medio de los cultivos del establecimiento de los nutrientes y materia orgánica.
- 2) Luego del primer enjuague, los sucesivos ya contendrán ciertos productos químicos (sulfato de aluminio y polielectrolitos), todos de grado alimenticio. Estos productos se utilizarán para lograr la coagulación y floculación de los sólidos en suspensión, y su posterior separación por medio de decantación. A tal efecto se utilizará un sistema de DOSIFICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS, compuesto de tanques, bombas dosificadoras y tuberías, así como un equipo coagulador, floculador y un decantador.
- 3) Los sólidos generados son enviados por medio de bombas a un lecho de secado, para luego ser dispuestos de manera segura. Los efluentes ya tratados, sin gran cantidad de sólidos en suspensión, son bombeados, previa corrección de pH, a una parcela denominada “chacra experimental”, cuyo objetivo es la absorción y evapotranspiración de los efluentes ya tratados.

4.2.2. RESIDUOS PRODUCIDOS EN LA BIOFABRICA

Dentro de laboratorios de este calibre se generan diversos residuos sólidos convencionales, de riesgo biológico, químicos como: reactivos parcialmente consumidos o vencidos, guantes, vidriería de laboratorio, agarres, medios de cultivo, material contaminado por bacterias, entre otros.

Dichos residuos dependiendo de su concentración y tiempo de exposición pueden causar daño al ambiente, a la salud pública y a las personas vinculadas al laboratorio de control biológico. Los residuos generados y su peligrosidad también dependen del sector de trabajo. Los residuos generados en el área de laboratorio son de tipo biológico y convencional: Medio para producción masiva del microorganismo (descartado o contaminado por otro agente), material de aseo de las cabinas de flujo laminar, elementos de protección personal usados, algodón, guantes, papel aluminio, vinyel, material de limpieza entre otros.

Los residuos generados en el cuarto de lavado se generan la mayor parte de los residuos producidos por el laboratorio, tanto líquidos como agua residual de lavado de material, medios de cultivo líquido y soluciones para la desinfección de superficies, como sólidos, ya que es el lugar propuesto para el descarte de material proveniente de pruebas y ensayos realizados por éste, se descartan medios de cultivo para producción masiva, agarres con microorganismos, material de esterilización y vidriería de laboratorio averiada.

Se debe tener en cuenta que todos los cultivos, cepas u otros tipos de desechos contaminantes deben ser preferiblemente inactivados y eliminados de tal manera que no puedan causar daño a los seres vivos o al medio ambiente. Para vidriería e instrumentos de laboratorio una vez se ha asegurado la esterilización de los residuos, éstos podrían ser dispuestos como residuos convencionales o enviados a lavado para su reutilización. Todo material que deba ser descontaminado fuera del laboratorio o en áreas más lejanas, debe ser colocado en envases rígidos, resistentes y cerrados, para ser trasladados. Para este tipo de residuo es importante contar con un almacenamiento temporal con las siguientes características: buena ventilación, cubierto, buena iluminación, señalización. Paredes lisas de fácil limpieza, pisos duros y lavables, Acometida de agua y drenajes para lavado.

Métodos de desactivación:

Desactivación de alta eficiencia o física: Se lleva a cabo mediante el uso de autoclave, se someten los residuos infecciosos o de riesgo biológicos a altas temperaturas inyectando vapor a alta presión en una cámara sellada, con el fin de eliminar los microorganismos patógenos presentes, es decir, la destrucción total de todas las formas de vida, incluyendo los virus.

Este proceso esta integralmente automatizado, lo cual garantiza que el ciclo se complete sin interrupción ni intervención de factores humanos externos. Entre los beneficios de realizar este procedimiento antes de reutilizar, lavar o desechar los elementos de laboratorio esta su efectividad y bajo impacto ambiental y social. Además, evita que los desechos contaminen los ríos y quebradas.

Desactivación de baja eficiencia o química: se basa en el uso de desinfectantes químicos y germicidas, entre los cuales están: hipoclorito, alcohol al 70% entre otros, con el fin de neutralizar características

4.2.3. PLAN DE MONITOREO

El plan de monitoreo ambiental constituye una herramienta clave para evaluar la eficacia de las medidas de mitigación y el comportamiento de los indicadores ambientales a lo largo del tiempo. El plan permite identificar tempranamente desviaciones y aplicar medidas correctivas oportunas.

Fase	Componente	Aspecto a Monitorear	Indicadores Clave	Método / Sitio de Muestreo	Frecuencia
Operativa	Suelo	Calidad y conservación	• pH• Materia orgánica• Compactación	Muestreo en áreas de cultivo	Anual
Operativa	Agua	Calidad físico-química y microbiológica	• pH, DBO, DQO• Sólidos suspendidos• Coliformes	Cuerpos de agua cercanos	Anual
Operativa	Aire	Emisiones y olores	Olores percibidos	Perímetro de la biofábrica	Periódico
Operativa	Flora y Fauna	Alteraciones en biodiversidad	• Cobertura vegetal• Riqueza de especies• Cambios poblacionales	Áreas de influencia directa	Cada 3 años

4.3. Determinación de los potenciales impactos del proyecto – Agropecuario / Forestal

Efectos del pastoreo sobre suelo y vegetación

El pastoreo influye en la composición de especies y en la estructura de la vegetación, dependiendo de la carga animal, la especie ganadera y la época del año. En sistemas mixtos de gramíneas y leguminosas, el consumo selectivo de las primeras favorece el crecimiento de las segundas, aportando beneficios al suelo por su capacidad de fijación de nitrógeno. Sin embargo, un sobrepastoreo puede afectar la regeneración natural de arbustos y árboles, comprometiendo su capacidad de rebrote y reproducción.

El pisoteo animal puede compactar los suelos, reduciendo la infiltración de agua y aumentando el riesgo de erosión. No obstante, en ciertos casos también facilita la germinación al remover superficialmente la tierra. Asimismo, la dispersión de semillas a través de las heces contribuye a la propagación de especies forrajeras.

Ciclo de nutrientes y emisiones

Gran parte de los nutrientes consumidos por el ganado retorna al suelo mediante heces y orina, acelerando el ciclo de nutrientes. No obstante, los rumiantes generan emisiones de metano, un gas de efecto invernadero, lo que exige fomentar prácticas de manejo sustentable orientadas a la reducción de la carga animal excesiva y la rotación de pasturas.

Degradación y pérdida de fertilidad del suelo

El uso intensivo de las pasturas, sin reposición adecuada de nutrientes, puede reducir la fertilidad natural y favorecer la invasión de malezas no deseadas. De igual forma, el mal manejo de agroquímicos o combustibles representa riesgo de contaminación. Una gestión ambiental adecuada debe contemplar fertilización orgánica, rotación de cultivos y control integrado de plagas.

Impactos sobre recursos forestales

El aprovechamiento de plantaciones forestales debe realizarse de manera planificada para garantizar la producción. El mantenimiento de bosques de reserva y de protección de cauces asegura la conservación de la biodiversidad, la conectividad ecológica y la estabilidad del suelo. La integración de reforestación con especies nativas y de rápido crecimiento puede compensar el aprovechamiento forestal.

Aspectos socioeconómicos

La actividad agropecuaria y forestal constituye una fuente de ingresos y empleo local, directa e indirectamente, mediante la contratación de mano de obra, transporte, comercialización y mantenimiento de infraestructura. A nivel regional, contribuye a dinamizar la economía y a valorizar las tierras productivas. No obstante, se debe velar porque el desarrollo no afecte el acceso tradicional a recursos naturales de comunidades vecinas, garantizando un manejo inclusivo y sostenible.

4.3.1. Identificación de impacto y medidas de mitigación para las actividades agropecuarias y forestal

La determinación de los impactos será realizada conforme a la fase actual de las actividades agropecuarias y forestales. Entre los aspectos resaltantes de la evaluación se concluye que el proyecto constituye un aporte relevante a la comunidad y a la sostenibilidad productiva de la finca.

Desde el punto de vista socioeconómico se destacan los siguientes beneficios:

- Contribuir a la seguridad alimentaria mediante la producción agrícola y pecuaria.
Apoyar el desarrollo comunitario a través de la generación de empleo estable en las labores agrícolas, ganaderas y forestales.
- Favorecer la diversificación de actividades económicas
- Crear en forma directa e indirecta nuevas fuentes de trabajo en las áreas de cultivo, manejo pecuario y aprovechamiento forestal.

Entre los aspectos considerados críticos desde el punto de vista ambiental, se encuentran los posibles impactos relacionados con el manejo de agroquímicos, estiércoles y residuos forestales, así como el riesgo de compactación del suelo y reducción de cobertura en sectores de aprovechamiento.

Por tal motivo, se han contemplado medidas de prevención, manejo y mitigación orientadas a asegurar la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales.

A continuación, se presenta un cuadro de la matriz de impactos

4.3.2. Matriz de identificación de impactos

Como ya hemos mencionado, la matriz de identificación de impactos constituye una herramienta fundamental para relacionar las actividades del proyecto con los diferentes factores ambientales y sociales que pueden verse afectados. A través de este instrumento es posible visualizar de forma integral los posibles efectos positivos y negativos de las actividades agropecuarias y forestales,

Etapa	Actividad	Causa	Medio impactado	Efectos	Características del impacto
Operativa	Producción agrícola (cultivo de granos, pasturas)	Labranza, uso de fertilizantes y agroquímicos	Físico / Biológico	Alteración de suelo y riesgo de contaminación hídrica si no se manejan adecuadamente	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
		Cobertura vegetal y crecimiento de pasturas	Biológico	Aporte de biomasa, mejora de infiltración y recuperación de suelo	Magnitud: Media – Signo: Positivo – Relación: Indirecto – Duración: Permanente
	Producción pecuaria (ganadería)	Manejo de pasturas y animales	Físico / Biológico	Compactación del suelo y riesgo de sobrepastoreo	Magnitud: Baja – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
		Generación de estiércol	Biológico	Fertilización natural de suelos, mejora de nutrientes	Magnitud: Media – Signo: Positivo – Relación: Indirecto – Duración: Permanente
	Manejo forestal (plantaciones productivas)	Cosecha de madera y preparación de nuevas áreas	Físico / Biológico	Alteración temporal del hábitat, movimiento de suelo	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Temporal
		Reforestación y mantenimiento de plantaciones	Biológico	Recuperación de cobertura arbórea y fijación de carbono	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Indirecto – Duración: Permanente
Conservación	Reserva forestal legal	Protección de la cobertura natural	Biológico	Conservación de biodiversidad y regulación hídrica	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Directo – Duración: Permanente
Socioeconómica	Uso multipropósito del predio (agro, forestal y pecuario)	Diversificación productiva	Socioeconómico	Generación de empleo y estabilidad económica	Magnitud: Alta – Signo: Positivo – Relación: Directo – Duración: Permanente
	Posible conversión parcial de forestales a pecuaria	Cambio de uso de suelo	Físico / Biológico	Reducción de cobertura forestal si no se compensa con nuevas plantaciones	Magnitud: Media – Signo: Negativo – Relación: Directo – Duración: Permanente

4.3.3. Cuadro de Impactos – Actividad Agropecuaria y Forestal

El plan de mitigación establece un conjunto de medidas específicas destinadas a prevenir, reducir o compensar los impactos negativos identificados en la matriz.

ACCION: Contratación y Establecimiento de personales en la Estancia		
MEDIO FISICO	Recurso afectado: Suelo y Agua	<ul style="list-style-type: none"> *Contaminación por mala disposición de residuos *Contaminación por uso inapropiado de pesticida *Contaminación por la deriva y arrastre de agroquímicos *Contaminación agua subterránea por lixiviación
	Medidas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> *Utilizar productos rápidamente biodegradables. *Evitar la deriva de los productos con la correcta calibración de los equipos. *Utilizar la dosis recomendada en la etiqueta de los productos. * Uso de cámara séptica y pozo ciego *Disponer la correcta disposición de residuos domésticos biodegradables y lejos de fuente de agua
MESIO SOCIO ECONOMICO	Recurso afectado: Humano	<ul style="list-style-type: none"> *Riesgos de riñas y peleas *Riesgos de contagios de enfermedades *Generación de residuos domiciliarios *Generación de mano de obra *Circulación de divisas por adquisición de insumos. *Intoxicaciones por uso inapropiados de pesticidas. *Picaduras de ofidios. *Aumento de calidad de Vida
	Medidas Propuestas	<ul style="list-style-type: none"> *Aislar a la persona con enfermedad contagiosa, y derivarlo al centro asistencial más cercano. *Disponer de botiquín primeros auxilios *Clasificar y disponer correctamente los residuos domiciliarios, (plásticos, vidrios, reciclables, orgánicos) *Almacenar en envases especiales (plásticos) los residuos peligrosos como: pilas, baterías de celulares, baterías de vehículos, etc., para su entrega a receptores específicos. *Usar equipos apropiados en el momento de la aplicación de agroquímicos. *No comer, no beber durante la aplicación de los productos. *No reutilizar los envases de agroquímicos para guardar alimentos. *Los químicos deben guardarse en depósitos y de baja toxicidad y su correcta manipulación *El acceso a los productos debe ser restringido. *Prohibir el manipuleo de los niños y mujeres embarazadas. * Disponer de suero antiofídico
ACCION: USO DE LA PASTURA		
MEDIO BIOLOGICO	Medio afectado: Flora y Fauna	<ul style="list-style-type: none"> *Simplificación del ecosistema y aparición de plagas, enfermedades *Competencia por recursos. * Mayor cacería furtiva
	Medida Propuesta:	<ul style="list-style-type: none"> *Favorecer la regeneración natural en ciertos sectores para que a mediano y largo plazo se recompongan las áreas de reserva forestal. *De igual manera para cumplir con el enunciado anterior se realizará la reforestación para aumentar la Reserva Forestal *Concienciación sobre la protección de la fauna.
MEDIO FISICO	Recurso afectado: Suelo	<ul style="list-style-type: none"> *Pérdida de nutrientes por la pérdida de la vegetación y compactación del suelo *Compactación y degradación por pisoteo del ganado *Erosión por sobre pastoreo y desbroce *Aparición de plagas
	Medida Propuesta:	<ul style="list-style-type: none"> *Mantener cobertura vegetal permanente *Uso racional (no sobre pastorear ni sub-pastorear) *Disponer de forrajes de reserva para épocas críticas. *Ubicación estratégica de bebederos para el ganado. *Usar la pastura en forma rotativa.

	Recurso afectado: Agua	*Disminución de recarga de acuíferos por compactación del suelo por pisoteo. * Bombeo excesivo del agua del estanque
	Medidas propuestas:	*Mantener cobertura vegetal permanente. *Evitar en lo posible la quema de pastura como método de manejo. *Realizar sub solados en áreas muy compactadas, para permitir la aireación, la infiltración y facilitar el desarrollo radicular. *Realizar curvas de nivel. *Distribuir en forma equidistante los bebederos y saleros. *Evitar pérdidas de agua y el sobre pastoreo.
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Recurso Afectado: Población Activa	*Mayor ingreso per capita por uso alternativo. *Generación de fuente de trabajo.
ACCION: Preparación del Terreno		
MEDIO FISICO	Recurso afectado: Suelo	*Compactación por paso de máquinas *Erosión por efectos de la lluvia *Aceleración de procesos Químicos por elevación de temperatura *Pérdida de suelos productivos, por consumo de nutrientes sin posteriores aportes. *Modificación de la estructura del suelo.
	Medidas Propuestas	*Mantener los restos vegetales en el suelo *Mantener la franja protectora de los cursos *Reforestar las áreas aledañas a los cursos. *Realizar curvas de nivel. *Implementar sistema de labranza mínima. *Rotación de cultivos
	Recurso afectado: Agua	*Escurrimiento superficial modificado *Disminución de recarga por compactación del suelo *Disminución de calidad de agua superficial por mayor arrastre de sedimento.
	Medidas Propuestas	*Mantener restos vegetales en el suelo *Mantener la franja de protección de cauce. *Realizar curvas de nivel. *Implementar sistema de labranza mínima.
	Factor afectado: Micro Clima	*Mayor incidencia del viento. *Aumento temperatura del suelo por hallarse descubierto *Mayor velocidad de desecación por efecto del sol y el viento *Mayor diferencia de temperaturas extremas.
	Medidas Propuestas	*Mantener cobertura vegetal permanente a los efectos de minimizar la evaporación del suelo. *En cuanto a la temperatura del suelo la misma se irá normalizándose a medida que avanza la nueva cobertura vegetal.
M. SOCIO ECONOMICO	Recurso afectado: Población Activa	*Mayor circulación de divisas *Creación fuente de trabajo *Aumento de consumo de bienes y de servicios

ACCION: Utilización de Agroquímicos		
MEDIO BIOLÓGICO	Recurso afectado: Flora - Fauna	*Pérdida de especies. *Transporte a otras áreas no objetivo. *Eliminación de microorganismos del suelo *Eliminación de predadores naturales de plagas del cultivo.
	Medidas propuestas	*Regulación de los picos pulverizadores. *Realizar la aplicación de los productos con escaso viento. *Utilizar lo agroquímicos solo en caso de necesidad. *Rotación de cultivos. *Utilizar variedades resistentes a plagas y enfermedades. *Mantener la fertilización del suelo. *Realizar Manejo integrado de plagas.
MEDIO FÍSICO	Recurso afectado: Suelo	*Contaminación *Pérdida de la micro fauna.
	Medidas propuestas	*Utilizar químicos solo cuando la población de plagas pueda causar un perjuicio a la producción. *Utilizar de ser posible productos de clase toxicológica III y IV *Utilizar productos rápidamente biodegradables. *Evitar la deriva de los productos con la correcta calibración de los equipos. *Utilizar la dosis recomendada en la etiqueta de los productos. * Aplicar con escaso viento.
	Recurso Afectado: Agua	*Contaminación. *Contaminación por la deriva y arrastre de agroquímicos
	Medidas propuestas.	*Evitar la deriva de los productos con la correcta calibración de los equipos y aplicar en la dosis recomendada y momento oportuno. * Correcta disposición de los envases utilizados. *Ante la duda por algún efecto posible del producto utilizado suspender la aplicación del mismo. *Aplicar con escaso viento.
MESIO SOCIO ECONÓMICO	Recurso afectado: Humano	*Generación de mano de obra *Circulación de divisas por adquisición de insumos. *Intoxicaciones
	Medidas Propuestas	*Usar equipos apropiados en el momento de la aplicación de agroquímicos. *No comer, no beber durante la aplicación de los productos. *No reutilizar los envases de agroquímicos para guardar alimentos. *Los químicos deben guardarse en depósitos y los mismos deben estar separado de cualquier alimento. *El acceso a los productos debe ser restringido. *Prohibir el manipuleo de los niños y mujeres embarazadas. *Realizar la aplicación con escaso viento.

ACCION: COSECHA		
MEDIO FÍSICO	Recurso afectado: Suelo	*Pérdida fertilidad por exportación de nutrientes. *Compactación *Erosión
	Medidas Propuestas	*Reposición de fertilizantes en forma periódica según análisis *Mantener cobertura vegetal permanente
	Recurso afectado: Agua	*Disminución de la calidad debido al arrastre de sedimentos provenientes del área cosechada.
	Medidas Propuestas	*Mantener cobertura vegetal del suelo permanente.
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	Recurso afectado: Humano	*Accidentes durante operación de cosecha.
	Medidas propuestas	*Utilizar las luces encendidas, para indicar máquinas en movimiento. *Delimitar los horarios de trabajo para evitar fatiga de operarios. *Carteles alusivos en área de movimiento de máquinas

ACCION: MANTENIMIENTOS DE MAQUINARIAS, USO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES		
MEDIO FISICO	Recurso afectado: Suelo y Agua	* Contaminación del agua superficial y subterránea por mala disposición de los efluentes y derrames provenientes de las distintas actividades.
	Medidas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> * Disposición adecuada de los envases de diferentes insumos que se utilizan. * Ubicar en la zona de operación y en los lugares convenientes basureros. * Re- utilización de grasas y aceites provenientes del mantenimiento de las maquinarias y equipos. * Mantenimiento periódico de equipos y maquinarias. * Los efluentes provenientes tanto de las actividades mecánicas, del lavado y aguas negras deben ser tratadas convenientemente con cámaras desengrasadoras, pozos absorbentes y cámaras sépticas. * Las instalaciones de disposición de aguas negras y agua residual provenientes de las distintas actividades deben estar ubicadas con respecto a cualquier fuente de suministro de agua y cuerpo natural de agua a una distancia tal que evite la contaminación de éstos últimos.
	Recurso afectado: Ambiente local	* Generación de polvo, ruido y gases de combustión de maquinarias.
	Medidas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> * Los camiones que transportan cualquier tipo de material deben ir encarpados. * Se deberá realizar controles mecánicos periódicos de las maquinarias.
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Recurso afectado: Social	<ul style="list-style-type: none"> * Peligro de accidentes por manipuleo de los equipos y maquinarias. * Peligro de accidentes por el movimiento de los vehículos. * Afectación a la salud de las personas por polvo y emisión de gases de combustión. * Riesgo de incendios.
	Medidas propuestas	<ul style="list-style-type: none"> * Utilización de equipos de protección personal. * Personal capacitado en las diferentes actividades relacionadas al manipuleo de maquinarias y equipos. * Los extintores deberán estar correctamente señalizados, con carga y libres de todo obstáculo para poder ser utilizados en caso de incendios. * El área de carga de combustible además deberá estar correctamente señalizada y el manipuleo debe ser hecho exclusivamente por personal idóneo, además deberá contar con extintores exclusivos y cubetas de arena.
MEDIO BIOLÓGICO	<i>Medio afectado: Fauna</i>	* <i>Mortandad de peces por mala disposición de envases, residuos y efluentes</i>
	<i>Medida Propuesta:</i>	<ul style="list-style-type: none"> * <i>Disposición adecuada de los envases de diferentes insumos que se utilizan.</i> * <i>Re- utilización de grasas y aceites provenientes del mantenimiento de las maquinarias y equipos.</i> * <i>Mantenimiento periódico de equipos y maquinarias.</i> * <i>Las instalaciones de disposición de aguas negras y agua residual provenientes de las distintas actividades deben estar ubicadas con respecto a cualquier fuente de suministro de agua y cuerpo natural de agua a una distancia tal que evite la contaminación de éstos últimos.</i>

ACCION: CONSTRUCCIONES VARIAS		
MEDIO BIOLÓGICO	Recurso afectado: Fauna	*Mayor riesgo de caza furtiva *Aumento de población de micro fauna por mayor disponibilidad de agua. *Cambio de costumbres de los animales.
	Medidas propuestas	*Dejar pasillos para animales grandes en los carriles *Concienciación del personal sobre la fauna y la flora *Utilizar carteles alusivos relacionados a la caza y pesca
MEDIO FÍSICO	Recurso afectado: Suelo	*Inundación, por el efecto represa de los caminos.
	Medidas propuestas	*Recomponer áreas de protección si así fuera. *Diseñar desagües en la construcción de caminos previniendo picos máximos de volumen de agua. *Utilizar estándares de construcción de caminos internos, a fin de minimizar la velocidad del agua y arrastre de sedimentos
M SOCIO ECON.	Recurso afectado: Humano	*Generación de mano de obra *Circulación de divisas por adquisición de insumos. *Aumento ingreso per capita *Mejoramiento de calidad de vida por mayor ingreso
ACCION: COMERCIALIZACION		
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Recurso afectado: Social	*Distribución de beneficios *Aumento calidad de vida *Circulación de dinero a nivel local y regional
	Recurso afectado: Económico	*Aumento ingreso per cápita *Aumento ingreso al Fisco *Aumento mano de obra *Efectos sinérgicos por proyectos similares desarrollados en las adyacencias.
	Medidas propuestas	*Desde el punto de vista socio económico el proyecto es altamente positivo.
ACCION: PLANTACION FORESTAL		
MEDIO BIOLÓGICO	Recurso afectado: Flora – Fauna	*Pérdida de cobertura por aprovechamiento selectivo. *Alteración de hábitats y riesgo de disminución de biodiversidad. *Mayor presión sobre especies sensibles.
	Medidas propuestas	*Implementar planes de manejo forestal sostenible con aprovechamiento rotativo. *Mantener corredores biológicos y áreas de reserva forestal. *Prohibir la caza y realizar campañas de concienciación sobre fauna.
MEDIO FÍSICO	Recurso afectado: Suelo	*Compactación y erosión por ingreso de maquinaria. *Pérdida de nutrientes por extracción de biomasa. *Alteración de estructura edáfica.
	Medidas propuestas	*Restringir el tránsito de maquinaria a caminos establecidos. *Conservar restos vegetales y aplicar técnicas de labranza mínima. *Reforzar con barreras vivas o curvas de nivel para evitar erosión.
	Recurso Afectado: Agua	*Alteración de escorrentías y recarga de acuíferos. *Aumento de sedimentos en cursos hídricos.
	Medidas propuestas.	*Mantener franjas de protección de cauces (según normativa). *Prohibir tala en nacientes y áreas ribereñas. *Controlar el uso de agroquímicos en reforestaciones cercanas a cursos de agua.
	Recurso Afectado: Micro-clima	*Incremento de la temperatura del suelo en áreas despejadas. *Reducción de humedad ambiental.
	Medidas propuestas	*Mantener la cobertura boscosa nativa *Promover sistemas silvopastoriles que atenúen variaciones microclimáticas.
MESIO SOCIO ECONOMICO	Recurso afectado: Humano	*Generación de empleo en actividades de manejo forestal. *Ingresos por comercialización de madera y subproductos. *Riesgos laborales (accidentes con motosierras o maquinaria).
	Medidas Propuestas	*Capacitación continua en técnicas seguras de aprovechamiento. *Dotación de equipos de protección individual (EPI). *Promoción de cadenas de valor locales (carpintería, carbón vegetal certificado, etc.).

5. Conclusión

La implementación de la Biofábrica, bajo la gestión de BELU BIO S.A., representa un paso estratégico hacia la innovación tecnológica y la sostenibilidad en el sector agropecuario.

La producción de insumos biológicos a base de bacterias del género *Bacillus* constituye una alternativa viable y sustentable al uso intensivo de agroquímicos, reduciendo riesgos ambientales y favoreciendo la salud humana y de los ecosistemas. Asimismo, la integración funcional con la finca agropecuaria y forestal aporta un valor agregado, ya que posibilita el uso de las áreas productivas como campo experimental y de validación de los bioinsumos, al tiempo que se mantiene la conservación de bosques nativos y reservas obligatorias.

De este modo, el establecimiento se consolida como un modelo de producción integral que articula insumos biológicos para la agricultura, ganadería y silvicultura, promoviendo un manejo sostenible de los recursos naturales. Esta sinergia no solo fortalece el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, sino que también contribuye a la generación de un sistema productivo más resiliente, innovador y en armonía con el entorno.

Este estudio se elaboró con base en la información técnica y documental proporcionada por el **propietario de la actividad** y los **datos recabados durante el trabajo de campo** realizado en el sitio. En tal sentido, el equipo técnico evaluador no asume responsabilidad por eventuales errores, omisiones o desviaciones que pudieran surgir en cualquier otro aspecto **ajeno al ámbito de la evaluación ambiental** del proyecto.

Las medidas de mitigación propuestas en el presente informe han sido definidas considerando criterios técnicos, ambientales y económicos, resultando plenamente viables para su implementación dentro del contexto operativo de la actividad. Cada acción recomendada contribuye a prevenir, minimizar o corregir los impactos identificados, de manera tal cumplir con las obligaciones ambientales y garantizando condiciones adecuadas de seguridad, higiene y funcionamiento.

Es importante destacar que la correcta ejecución, mantenimiento y monitoreo de dichas medidas es **responsabilidad exclusiva del proponente de la actividad**. Cualquier omisión, modificación o sustitución de los procedimientos aquí establecidos queda bajo su total competencia, no siendo atribuible al equipo consultor la falta de implementación o el incumplimiento de los compromisos ambientales derivados del presente estudio.

En conclusión, se considera que el proyecto **es ambientalmente viable**, siempre que se cumpla con el Plan de Gestión Ambiental, las medidas de mitigación establecidas y las disposiciones legales aplicables, contribuyendo así a un modelo de crecimiento urbano sostenible y ordenado.

6. EQUIPO TÉCNICO

- **Consultor Líder: Ing Christian Schreiber. Reg. CTCA I-969**
- **Asistente: Ing. Anibal Vargas. Reg CTCA I-204**
- **Ing. Agr. Sergio Colman.**
- **Ing. Agr. Hugo Romero**