

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**  
**UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS**  
**PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“ESTABLECIMIENTO DE BANCO DE GERMOPLASMA FORRAJERO  
PARA BENEFICIO DE PRODUCTORES PECUARIOS Y  
MEJORAMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN EL  
MUNICIPIO DE GONZALO MORENO, PANDO, BOLIVIA”**

Proyecto De Trabajo Dirigido Para Optar Al Título Académico De Licenciatura En  
Medicina Veterinaria Y Zootecnia

Autor: Univ. EINAR RENÉ LENS HURTADO

Tutor: MsC. Emilio Suárez Churipuy

Las Piedras – Pando – Bolivia

Noviembre 2025

# INFORME FINAL DE TRABAJO DIRIGIDO

“ESTABLECIMIENTO DE BANCO DE GERMOPLASMA FORRAJERO PARA BENEFICIO DE PRODUCTORES PECUARIOS Y MEJORAMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN EL MUNICIPIO DE GONZALO MORENO, PANDO, BOLIVIA”

**Autor:** Einar René Lens Hurtado



Las Piedras – Pando – Bolivia

Noviembre 2025

## DEDICATORIA

A Dios y a la vida, por haberme permitido llegar a este puerto, brindándome la fortaleza y la claridad necesarias para transformar un sueño en esta tangible realidad.

A la memoria de aquellos seres amados que la vida me arrebató, quienes hoy no están físicamente para verme alcanzar este valioso objetivo, pero cuya fe en mí fue una luz inquebrantable en mi camino. Su recuerdo es mi motor y esta meta es también suya.

A mi madre, mi pilar fundamental, mi guía y mi inspiración. Por sus infinitos sacrificios, su amor incondicional y por ser el ejemplo de perseverancia que me impulsó a encarar y superar cada fase de este desafío, este logro es el fruto de su incansable apoyo.

A mis queridas hermanas, por su amor, su paciencia y por ser mi refugio seguro; por cada palabra de aliento y por creer en mis capacidades incluso cuando yo dudaba.

A todas las personas que siempre confiaron en mí; familia, amigos y mentores, por haberme brindado su invaluable apoyo, sus consejos y su mano tendida, porque sin la contribución, el tiempo y la generosidad de cada uno de ustedes, nada de esto hubiese sido posible.

Con profundo amor y gratitud, dedico este logro a quienes creyeron en mí antes de que yo lo hiciera.

## **AGRADECIMIENTO**

La culminación de este trabajo de modalidad de graduación representa mucho más que un logro académico; es el testimonio de un esfuerzo compartido y de un compromiso colectivo, deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible este hito.

En primer lugar, dirijo mi gratitud al Cuerpo Docente y a las Autoridades de la Unidad Académica Las Piedras, por haberme brindado una educación de excelencia y por formar profesionales íntegros, su dedicación es el cimiento de nuestro futuro.

A mi Tutor de Modalidad de Graduación, MsC. Emilio Suárez Churipuy, por su guía invaluable, su rigor académico y su paciencia, su experticia y el tiempo dedicado a revisar, orientar y desafiar mis ideas fueron decisivos para elevar la calidad de esta investigación.

Expreso un agradecimiento especial a los profesionales, expertos y colaboradores que generosamente dedicaron su tiempo para participar en este estudio, su información y perspectiva fueron cruciales y enriquecieron sustancialmente los resultados aquí presentados.

Finalmente, extendiendo mi reconocimiento a mis compañeros de estudio por el apoyo mutuo y por las horas de colaboración; su amistad y ánimo constante fueron la dosis de energía necesaria en los momentos de mayor exigencia.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 CAPITULO I .....	14
3 CAPITULO II .....	19
4 CAPITULO III .....	49
4.1 Planteamiento de.....	49
4.2 Significación Práctica del Trabajo.....	50
Extender la Evaluación Nutricional: .....	51
5 CONCLUSIONES .....	53
6 RECOMENDACIONES .....	54
6.1.1 Continuar la Evaluación y Caracterización .....	54
6.1.2 Optimizar los Procesos de Multiplicación .....	54
6.1.3 Fortalecer la Transferencia Tecnológica .....	55
7 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	56
ANEXOS .....	57

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Planificación, Acondicionamiento y Sustento Teórico .....	14
<b>Tabla 2</b> Establecimiento del Banco de Germoplasma .....	16
<b>Tabla 3</b> Evaluación Agronómica y Documentación .....	17
<b>Tabla 4</b> Documentación y Transferencia de Tecnología .....	28
<b>Tabla 5</b> Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo) .....	30
<b>Tabla 6</b> Estrategia 3: Evaluación Agronómica y Documentación (Fase de Evaluación) 31	
Tabla 7 Especies Usadas para Siembra:.....	37
<b>Tabla 8</b> Marco Legal del Banco de Germoplasma Forrajero .....	40
<b>Tabla 9</b> Humidícola (Brachiaria humidicola cv. Humidicola) .....	41
<b>Tabla 10</b> Marandú (Brachiaria brizantha cv. Marandú).....	42
<b>Tabla 11</b> Piatã (Brachiaria brizantha cv. BRS Piatã) .....	43
<b>Tabla 12</b> Zuri (Panicum maximum cv. BRS Zuri).....	44
<b>Tabla 13</b> Mombaza (Panicum maximum cv. Mombasa).....	45
<b>Tabla 14</b> Taiwán Morado (Pennisetum purpureum).....	46
<b>Tabla 15</b> Cuba 22 (Pennisetum sp. Híbrido OM-22) .....	47
<b>Tabla 16</b> SORGO FORRAJERO.....	48
<b>Tabla 17</b> Logros, Significación Práctica y Recomendaciones .....	49

## RESUMEN

Este Trabajo Dirigido, realizado en la Unidad Académica Las Piedras (UALP) de la Universidad Amazónica de Pando, aborda la necesidad de mejorar la baja productividad de la ganadería bovina extensiva en la Amazonía boliviana, particularmente en Pando y Beni, que tradicionalmente depende de pasturas nativas de escaso valor nutricional. La estrategia central para impulsar el potencial de crecimiento del sector y asegurar su sostenibilidad es el establecimiento de un Banco de Germoplasma Forrajero en la UALP.

Este banco busca conservar, caracterizar y multiplicar especies forrajeras mejoradas que sean resistentes a plagas y enfermedades tropicales, tolerantes a condiciones climáticas adversas (sequías/inundaciones) y adaptables a los suelos amazónicos, generalmente ácidos y pobres en nutrientes.

El proyecto se estructuró en tres fases estratégicas para garantizar el rigor científico y la viabilidad del germoplasma.

La primera fase de Planificación y Acondicionamiento incluyó una revisión bibliográfica para seleccionar especies candidatas de alto valor nutritivo, la corrección del pH del suelo mediante encalado (Agronomía Tropical), y la adquisición de infraestructura logística como invernadero y riego. La segunda fase, de Establecimiento del Banco de Germoplasma, se centró en la obtención de material genético con

certificado de origen, su siembra bajo principios agronómicos rigurosos para maximizar la producción de biomasa, y el monitoreo fitosanitario para documentar la resistencia.

Finalmente, la tercera fase de Evaluación Agronómica y Documentación se enfoca en la generación de conocimiento transferible. Se midieron variables clave como la producción de biomasa, la germinación y la altura, utilizando muestreos aleatorios y análisis estadísticos para determinar la adaptabilidad de las especies.

El informe final sirve como un vehículo de Transferencia de Tecnología, proporcionando a los productores el conocimiento necesario para adoptar forrajes de alto valor y promover así la sostenibilidad y la mejora de la productividad ganadera en la región amazónica.

**Palabras clave:** Germoplasma Forrajero, Sostenibilidad Ganadera, Adaptabilidad Agronómica.

## ABSTRACT

This Directed Work, carried out at the Las Piedras Academic Unit (UALP) of the Amazonian University of Pando, addresses the need to improve the low productivity of extensive cattle ranching in the Bolivian Amazon, particularly in Pando and Beni, which traditionally relies on native pastures of low nutritional value. The central strategy to boost the sector's growth potential and ensure its sustainability is the establishment of a Forage Germplasm Bank at UALP. This bank aims to conserve, characterize, and multiply improved forage species that are resistant to tropical pests and diseases, tolerant of adverse climatic conditions (droughts/floods), and adaptable to the Amazonian soils, which are generally acidic and nutrient-poor.

The project was structured into three strategic phases to guarantee scientific rigor and the viability of the germplasm. The first phase, Planning and Conditioning, included a bibliographic review to select candidate species with high nutritional value, soil pH correction through liming (Tropical Agronomy), and the acquisition of logistical infrastructure such as a greenhouse and irrigation system. The second phase, Establishment of the Germplasm Bank, focused on obtaining genetic material with a certificate of origin, planting it under rigorous agronomic principles to maximize biomass production, and phytosanitary monitoring to document resistance.

Finally, the third phase, Agronomic Evaluation and Documentation, focuses on generating transferable knowledge. Key variables such as biomass production,

germination, and height were measured using random sampling and statistical analysis to determine the adaptability of the species. The final report serves as a vehicle for Technology Transfer, providing producers with the necessary knowledge to adopt high-value forages and thus promote sustainability and improved livestock productivity in the Amazonian region.

***Keywords:*** *Forage Germplasm, Livestock Sustainability, Agronomic Adaptability.*

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Dirigido se inscribe en un proyecto institucional de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), a través de su Unidad Académica Las Piedras, cuyo objetivo es fortalecer la base productiva del sector pecuario en la Amazonía boliviana.

El proyecto se enmarca en la tendencia global y continental de optimizar los sistemas ganaderos mediante el uso de recursos genéticos forrajeros, una estrategia impulsada por instituciones internacionales desde la década de 1970 para mejorar la eficiencia y la resiliencia de la producción animal.

El fundamento del proyecto es la implementación de un Banco de Germoplasma Forrajero, concebido como una solución innovadora y sostenible para abordar los desafíos estructurales que limitan la ganadería bovina.

La institución que lo proyecta y lo ejecuta es la Universidad Amazónica de Pando (UAP), aprovechando su rol como centro de investigación y su ubicación estratégica.

### Problemática a la que se Pretende Dar Solución

La Problemática Central que este proyecto busca resolver es la deficiencia en la alimentación del ganado bovino en la región amazónica de Bolivia, específicamente en el municipio de Gonzalo Moreno, departamento de Pando.

Actualmente, la producción pecuaria se enfrenta a una baja productividad debido a la dependencia de pasturas nativas de escaso valor nutricional y alta degradación, así como al monocultivo de especies forrajeras tradicionales no adaptadas a las condiciones

edafoclimáticas locales, este ciclo de baja productividad se agrava por el factor crítico de la inexistencia de un banco de germoplasma forrajero local.

Esta carencia impide a los productores acceder a semillas de especies mejoradas, resistentes a plagas, enfermedades y a los fenómenos recurrentes de sequías e inundaciones, impactando negativamente en la ganancia de peso, la producción lechera y, consecuentemente, en la rentabilidad de las fincas.

El Objetivo General del proyecto institucional en el que se inscribe este Trabajo Dirigido es:

Implementar un banco de germoplasma forrajero en la Unidad Académica Las Piedras de la Universidad Amazónica de Pando, con el fin de conservar, caracterizar y multiplicar especies de alto valor nutritivo. Este banco servirá para generar material vegetal de calidad y mejorar la disponibilidad de forrajes adaptados a la región amazónica, promoviendo la sostenibilidad y la mejora de la productividad ganadera en el municipio de Gonzalo Moreno.

El Trabajo Dirigido se realiza en la Unidad Académica Las Piedras (UALP), perteneciente a la Universidad Amazónica de Pando (UAP), ubicada estratégicamente en el municipio de Gonzalo Moreno, departamento de Pando, Bolivia.

Planteamiento del Problema(s) Especifico(s) y Objetivos Específicos

El problema que aborda el presente estudio mediante el trabajo dirigido se enfoca en las fases operativas iniciales y fundamentales para la concreción del banco de germoplasma. Los problemas específicos a resolver durante esta etapa son:

¿Cuáles son las especies forrajeras con mayor potencial agronómico y nutricional que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía boliviana?

¿Cómo se puede obtener el material de propagación (semillas, estolones, esquejes) de estas especies seleccionadas para iniciar la colección del banco?

A partir de estos problemas, se desprenden los siguientes Objetivos Específicos que guiarán el trabajo:

Identificación y Selección de Especies Forrajeras Adaptadas: Seleccionar un conjunto de especies forrajeras que muestren potencial para mejorar la calidad nutricional del alimento y la productividad del ganado bovino, considerando su resistencia a plagas y enfermedades, así como su capacidad de rebrote.

Obtención del Material de Propagación: Obtener las semillas, estolones o esquejes de las especies seleccionadas a través de la recolección en áreas aledañas o de la adquisición de fuentes certificadas.

## 2 CAPITULO I

### DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DESARROLLADAS

La metodología del Trabajo Dirigido se estructura en tres fases estratégicas para asegurar la correcta implementación del banco de germoplasma forrajero en la Unidad Académica Las Piedras (UALP).

❖ **Estrategia 1:** Planificación, Acondicionamiento y Sustento Teórico (Fase Preliminar y Acondicionamiento)

Esta estrategia se centra en la preparación intelectual, logística y física para garantizar que las acciones de campo se realicen sobre una base sólida y técnica.

**Tabla 1**

*Planificación, Acondicionamiento y Sustento Teórico*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Planificación y Validación (28 de julio - 4 de agosto)	Recursos Humanos: Postulante (Ejecutor), Tutor del Trabajo Dirigido (Supervisor). Documentos del proyecto, cronograma preliminar.	Postulante (Ejecutor principal) y (Validación).	Producto: Cronograma finalizado y validado. Criterio Aprobación formal del área y del plan de trabajo por parte de la UALP y el Tutor.
B. Revisión Bibliográfica y Teórica	Recursos Humanos - Materiales Bases de datos, libros, artículos científicos primarias y secundarias).	Postulante Investigación	Producto Marco teórico consolidado y Listado Técnico de Especies Forrajeras candidatas Criterio:

			El listado debe estar sustentado en al menos tres fuentes científicas que confirmen la adaptabilidad amazónica y el alto valor nutritivo de cada especie.
C.	- Recursos	Postulante	Producto:
Preparación y Acondicionamiento del Sitio (5 de agosto - 26 de agosto)	Humanos:Postulante, Personal de Apoyo de la UALP (para maquinaria y limpieza). - Materiales:Herramientas de campo, equipos de acondicionamiento de suelos, encalado, fertilizantes, maquinaria de arado/nivelación.	(Supervisión y coordinación), Tutor (Orientación técnica).	Terreno limpio, delimitado y suelo acondicionado.
			Criterio:
			Resultado Encalado y la nivelación del terreno (medición de pendiente) apta para la siembra.
D.	- Recursos	Postulante	Producto:
Adquisición de Materiales y Equipos Logísticos	Humanos:Postulante, Administración UALP. - Materiales: Sistema de riego, sustratos y herramientas menores.	(Elaboración de la lista), UALP (Adquisición).	Inventario logístico completo.
			Criterio:
			Verificación física de que el 90% de los materiales y equipos listados se encuentran disponibles y operativos.

---

❖ **Estrategia 2:** Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo)

Esta estrategia cubre las acciones centrales de implementación en campo desde la obtención del material genético hasta el manejo agronómico inicial.

**Tabla 2**

*Establecimiento del Banco de Germoplasma*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Adquisición y Recolección de Germoplasma (27 de agosto - 9 de septiembre)	Recursos Humanos: Postulante, Proveedores o Laboratorios Certificados. – Materiales Semillas, estolones, esquejes. Equipo de recolección y embalaje.	Postulante (Contacto, recolección y etiquetado).	Producto Material genético clasificado y etiquetado. Criterio Certificado de origen del material adquirido y tasa de viabilidad/germinación inicial documentada para cada lote de semilla.
B. Siembra y Establecimiento de Parcelas (10 de septiembre - 23 de septiembre)	Recursos Humanos: Postulante, Personal de Campo. Materiales: Material genético, sustratos, agua, herramientas de siembra.	Postulante (Supervisión directa de la siembra).	Producto: Parcelas sembradas y sistema de riego implementado. Criterio: Cumplimiento del espaciamiento y densidad de siembra específica para cada especie (basado en la Revisión Bibliográfica), verificando la uniformidad de la siembra.
C. Mantenimiento y Monitoreo Inicial (24 de septiembre)	Recursos Humanos: Postulante. – Materiales: Insumos para	Postulante (Ejecución y Registro de datos).	Producto: Parcelas libres de malezas y sin afectación grave de plagas. Criterio:

septiembre - 28 de octubre)	control de malezas, equipos de medición (pH, humedad).	Tasa de emergencia/prendimient o superior al 70% para las especies sembradas; registro semanal de variables ambientales (riego, temperatura) y fitosanitarias.
--------------------------------	---	---

**❖ Estrategia 3:** Evaluación Agronómica y Documentación (Fase de Evaluación)

Esta estrategia se enfoca en la medición, análisis y sistematización de los resultados para generar las conclusiones del Trabajo Dirigido.

**Tabla 3**

*Evaluación Agronómica y Documentación*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Evaluación Agronómica y Recolección de Datos (29 de octubre - 11 de noviembre)	Recursos Humanos: Postulante. Materiales: Instrumentos de medición (cinta métrica, balanza de precisión, muestreadores).	Postulante (Recolección de datos primarios).	Producto: Matriz de datos de campo completa. Criterio: Medición de las variables clave (germinación, altura, cobertura, producción de biomasa) utilizando muestreos aleatorios y repetidos para asegurar la significancia estadística de los datos.

<p>B. Análisis de Datos (12 de noviembre - 23 de noviembre)</p>	<p>Recursos Humanos: Postulante, Tutor (Asesoría). Materiales: Software estadístico Excel,</p>	<p>Postulante(Análisis), Tutor (Validación metodológica).</p>	<p>Producto: Resultado s tabulados y figuras/gráficos. Criterio: El análisis debe permitir determinar la viabilidad y adaptabilidad de cada especie y responder a los objetivos específicos planteados.</p>
<p>C. Redacción y Presentación del Informe Final (24 de noviembre - 30 de noviembre)</p>	<p>Recursos Humanos: Postulante. - Materiales: Computadora , software de procesamiento de texto.</p>	<p>Postulante (Redacción).</p>	<p>Producto: Document o final del Trabajo Dirigido. Criterio: Cumplimiento del formato institucional y aprobación final del Tutor para la defensa, demostrando que los resultados y conclusiones se derivan directamente de la metodología ejecutada.</p>

---

### 3 CAPITULO II

#### ANALISIS CRITICO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Fundamentos Teóricos Reflejados en la Implementación del Banco de Germoplasma Forrajero

El proyecto de establecimiento de un Banco de Germoplasma Forrajero en Pando, Bolivia, se sustenta en tres pilares teóricos principales: Conservación de Recursos Genéticos, Agronomía Tropical y Eficiencia Zootécnica. Las tres estrategias operativas presentadas (Planificación, Establecimiento, y Evaluación) son la aplicación práctica y metodológica de estos fundamentos para resolver la baja productividad ganadera.

#### ❖ **Estrategia 1: Planificación, Acondicionamiento y Sustento Teórico (Fase Preliminar)**

Esta fase establece el marco científico y operativo, asegurando que el proyecto no sea una mera acción operativa, sino un Trabajo Dirigido con rigor metodológico.

#### **Fundamento Conceptual (Trabajo Dirigido y Planificación):**

El concepto de Trabajo Dirigido exige un aporte práctico a un problema real. La validación formal del plan por parte de la UALP y el Tutor transforma la problemática de la baja productividad en un plan de acción viable, un requisito que se alinea con la meta de utilizar el germoplasma (la colección) para la mejora de forrajes, como lo señalan Rao et al. (2008): "La función de los bancos de germoplasma va más allá del simple almacenamiento de semillas. Incluye actividades cruciales como la recolección, caracterización, regeneración y distribución del material, asegurando la integridad genética y la disponibilidad para la mejora de cultivos y forrajes".

**Fundamento Zootécnico (Eficiencia y Adaptabilidad):** La baja productividad ganadera es el problema zootécnico central. La identificación y selección de especies forrajeras adaptadas, respaldada por al menos tres fuentes científicas sobre su adaptabilidad amazónica y alto valor nutritivo, aborda directamente esta deficiencia. Esta acción es el paso inicial para la selección de germoplasma superior que, según Osorio-Giraldo et al. (2024), es "la base para mitigar [los] efectos [de las fluctuaciones estacionales en el trópico]", garantizando la Eficiencia Zootécnica (mayor ganancia de peso o producción láctea) y la resiliencia del sistema productivo.

**Fundamento Agronómico (Agronomía Tropical y Acondicionamiento del Sitio):** La Agronomía Tropical se aplica en el acondicionamiento del sitio. El requisito de realizar el análisis de suelo y la corrección del pH (encalado) es una práctica agronómica crucial para los suelos ácidos de la Amazonía.

Al optimizar la química del suelo, se garantiza que el material forrajero, una vez sembrado, pueda expresar su potencial genético sin la limitación de la acidez. Esto es indispensable para la fiabilidad de la futura Evaluación Agronómica y asegura la viabilidad de la producción forrajera.

**Función del Banco (Conservación y Multiplicación):** La adquisición de un sistema de riego en la logística se justifica como un requisito funcional del banco., este equipo crea las condiciones controladas esenciales para las funciones descritas por Rao et al. (2008), específicamente la regeneración eficiente de semillas y esquejes, asegurando la multiplicación del material vegetal limpio y viable para su transferencia a los productores.

## ❖ **Estrategia 2: Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo)**

Esta estrategia se centra en la aplicación rigurosa de los Lineamientos Internacionales y la Conservación de Recursos Fitogenéticos.

### **Rigor Metodológico y Conservación de Recursos Genéticos:**

El requisito de presentar un Certificado de Origen y tasa de viabilidad/germinación inicial al adquirir el germoplasma es un pilar de la conservación., esta documentación garantiza la autenticidad genética y la integridad del material, tal como lo postulan Engels y Visser (2007): "Un manejo eficaz del banco de germoplasma requiere la definición clara de objetivos de conservación, el establecimiento de protocolos de regeneración para mantener la viabilidad...". El certificado es la base para asegurar la trazabilidad y la viabilidad, lo que permite la futura caracterización y evaluación válidas del "conjunto de recursos genéticos".

### **Establecimiento para Productividad (Conservación y Agronomía):**

La siembra y establecimiento de parcelas se vincula al objetivo zootécnico de maximizar la biomasa, el cumplimiento del espaciamiento y densidad de siembra específica aplica la metodología de regeneración/multiplicación bajo principios agronómicos que buscan el máximo rendimiento por unidad de área. Esto prepara el banco para suplir el déficit de alimento en épocas críticas (como la sequía), un problema cuya mitigación depende de la disponibilidad de alternativas forrajeras destacada por Osorio-Giraldo et al. (2024).

Sanidad Vegetal y Resistencia Genética: El Mantenimiento y Monitoreo Inicial se enfoca en la Sanidad Vegetal. El registro semanal de variables fitosanitarias y la exigencia de una tasa de emergencia/prendimiento superior al 70% es la aplicación del concepto de control experimental y conservación *ex situ*. Este monitoreo documenta la resistencia inherente de las especies. Es fundamental para asegurar que la colección no se convierta en un "museo" (Engels y Visser, 2007), sino que se mantenga viable y funcional al asegurar la sanidad del material que luego será distribuido.

### ❖ **Estrategia 3: Evaluación Agronómica y Documentación (Fase de Evaluación)**

Esta estrategia sella el ciclo del banco de germoplasma, cumpliendo las funciones de caracterización y evaluación para la transferencia de tecnología.

Función de Caracterización y Utilización: (Se asume que la Estrategia 3 contiene las actividades de Caracterización y Evaluación.) La realización de la Evaluación Agronómica sobre el material ya establecido y documentado (Estrategias 1 y 2) cumple la función final de un banco de germoplasma. El objetivo de la evaluación (medición de rendimiento, calidad, resistencia) es proveer datos concretos que permitan la promoción de su utilización, como lo establece Engels y Visser (2007). Esta evaluación transforma el material vegetal conservado en información útil para la mejora y la transferencia a los productores, cerrando el círculo del Trabajo Dirigido al ofrecer una solución probada para la baja productividad.

## **Conceptualización de Bancos de Germoplasma Forrajero**

La conservación de la diversidad genética de especies forrajeras es esencial para asegurar la resiliencia y la productividad de los sistemas pecuarios, especialmente en contextos de cambio climático y en el trópico.

### **Estrategia 1:**

#### **Planificación, Acondicionamiento y Sustento Teórico (Fase Preliminar)**

Esta primera estrategia es la traducción de la problemática central y los antecedentes institucionales a un plan de acción viable y científicamente defendible.

#### **El Concepto del Trabajo Dirigido y la Planificación**

El proyecto se enmarca en la modalidad de Trabajo Dirigido, cuyo concepto exige la aplicación práctica y la generación de un aporte directo para resolver un problema real.

La acción de planificación, validación y su criterio de aprobación formal del área y del plan de trabajo por parte de la UALP y el Tutor demuestran que el proyecto está alineado con esta exigencia conceptual, la validación convierte el esfuerzo en un compromiso institucional con la mejora de la alimentación de bovinos, asegurando que el resultado será directamente útil para la Unidad Académica Las Piedras y la comunidad.

#### **El Principio de Eficiencia Zootécnica y la Adaptabilidad**

La problemática de la baja productividad por la deficiencia nutricional y la dependencia de pasturas no adaptadas constituye el principal marco teórico zootécnico.

El objetivo específico de Identificación y selección de especies forrajeras adaptadas se materializa en el criterio de calidad que exige que el listado técnico esté

sustentado por al menos tres fuentes científicas que confirmen la adaptabilidad amazónica y el alto valor nutritivo, esta exigencia garantiza que la selección del germoplasma se base en la eficiencia zootécnica (mayor ganancia de peso, mejor producción lechera) y la resiliencia a los fenómenos de sequías e inundaciones típicos de Pando, abordando directamente la causa de la baja rentabilidad de las fincas.

### **La Agronomía Tropical y el Contexto Edafoclimático**

El proyecto reconoce que la producción pecuaria se limita por las condiciones edafoclimáticas locales (suelos con características particulares, a menudo ácidos o degradados).

### **Preparación y Acondicionamiento del Sitio es la aplicación de la agronomía tropical.**

El criterio clave es el Resultado del análisis de suelo que confirme la corrección del pH (Encalado) y la nivelación del terreno, la corrección del pH mediante encalado es una técnica agronómica fundamental para optimizar la absorción de nutrientes en suelos ácidos (frecuentes en la Amazonía), asegurando que el forraje pueda expresar su potencial genético y no solo esté limitado por la química del suelo, esto es vital para la fiabilidad metodológica de la futura Evaluación Agronómica.

### **La Función de Conservación y Multiplicación del Germoplasma**

El concepto central del proyecto es la implementación de un Banco de Germoplasma Forrajero para conservar y multiplicar material vegetal de calidad.

Adquisición de Materiales y equipos logísticos se justifica directamente en las funciones del banco.

La adquisición de un sistema de riego es necesaria para crear las condiciones controladas requeridas para la conservación ex situ y la regeneración/multiplicación eficiente de semillas y esquejes, asegurando la producción de material de siembra limpio y viable que se requiere transferir a los productores.

## **ESTRATEGIA 2:**

### **Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo)**

Esta estrategia materializa los fundamentos de la Conservación de Recursos Fitogenéticos y la metodología de establecimiento de parcelas de colección.

### **Rigor Metodológico en la Obtención del Germoplasma**

El problema específico de ¿Cómo se puede obtener el material de propagación? se resuelve con un enfoque metodológico que garantiza la autenticidad genética.

La adquisición y recolección de Germoplasma y su criterio de calidad (presentación de un Certificado de Origen y tasa de viabilidad/germinación inicial) son requisitos fundamentales de la conservación de recursos genéticos, esta documentación asegura el origen certificado del "conjunto de recursos genéticos" y su capacidad de ser conservado y regenerado.

Sin este rigor, la Caracterización y Evaluación posterior no tendría validez científica ni valor de transferencia, pues se estaría evaluando un material genético de origen incierto.

### **Establecimiento para Máxima Productividad**

El objetivo de mejorar la disponibilidad de forrajes y maximizar la biomasa guía, la siembra.

### **Siembra y Establecimiento de Parcelas aplica la metodología de Regeneración/Multiplicación y Conservación de Colecciones de Campo.**

El criterio de cumplimiento del espaciamiento y densidad de siembra específica garantiza que las parcelas se establezcan bajo principios agronómicos que buscan maximizar la producción de biomasa, esto es clave para el fundamento zootécnico del proyecto: una alta densidad permite obtener el máximo rendimiento por unidad de área, preparando el banco forrajero para suplir el déficit de alimento en la época crítica.

### **Principios de Sanidad Vegetal y Resistencia Genética**

El marco teórico menciona la necesidad de especies con resistencia a plagas y enfermedades.

### **Mantenimiento y Monitoreo Inicial se enfoca en la Sanidad Vegetal.**

El criterio de calidad exige una tasa de emergencia/prendimiento superior al 70% y el registro semanal de variables fitosanitarias, este monitoreo es la aplicación práctica del concepto de control experimental y conservación, asegurando que el material genético se desarrolle sin interferencias biológicas graves permite además, documentar de forma directa la capacidad de rebrote y la resistencia inherente de las especies seleccionadas, validando el fundamento teórico de la selección de germoplasma.

### **Estrategia 3:**

#### **Evaluación Agronómica y Documentación (Fase de Evaluación)**

Esta estrategia cumple las funciones finales de Caracterización, Evaluación y Documentación, vinculando la investigación a la solución práctica.

#### **El Método Científico en la Caracterización Genética**

El objetivo de conservar, caracterizar y multiplicar culmina en la medición del rendimiento.

La evaluación agronómica y recolección de datos es la aplicación del método científico para la caracterización y evaluación, el criterio de rigor estadístico (utilizando muestreos aleatorios y repetidos para asegurar la significancia estadística) es fundamental para que la UALP pueda seleccionar las especies con mejor rendimiento y calidad nutricional de manera objetiva. La producción de biomasa es la variable clave que impacta en la mitigación del déficit forrajero, convirtiendo la medición en el eslabón final que conecta la teoría de la eficiencia zootécnica con la evidencia cuantificable.

#### **Generación de Conocimiento Aplicable**

Análisis de datos reflejan el fundamento del Trabajo Dirigido como un esfuerzo técnico-científico, el criterio de evaluación exige que el análisis permita determinar la viabilidad y adaptabilidad de cada especie.

Este proceso garantiza que el proyecto cumpla su objetivo fundamental: identificar los forrajes mejorados aptos para Pando, asegurando la coherencia entre los resultados obtenidos y los objetivos específicos planteados.

## Documentación y Transferencia de Tecnología

El proyecto busca promover la sostenibilidad y la mejora de la productividad ganadera mediante la redacción y presentación del Informe Final es la materialización de la Documentación y la transferencia de tecnología, el criterio de calidad que exige la aprobación del Tutor y la demostración de que los resultados y conclusiones se derivan directamente de la metodología ejecutada convierte el informe en el vehículo oficial de conocimiento.

El documento final, al ser un aporte institucional, servirá como centro de capacitación, permitiendo que los productores pecuarios incorporen las especies seleccionadas en sus sistemas productivos, cerrando el ciclo del Trabajo Dirigido y cumpliendo con el objetivo de promover la sostenibilidad en el sector pecuario amazónico.

**Tabla 4**

### *Documentación y Transferencia de Tecnología*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Planificación y Validación (28 de julio - 4 de agosto)	Recursos Humanos: Postulante (Ejecutor), Tutor del Trabajo Dirigido (Supervisor). Documentos del proyecto, cronograma preliminar.	Postulante (Ejecutor principal) y (Validación).	Producto: Cronograma finalizado y validado. Criterio Aprobación formal del área y del plan de trabajo por parte de la UALP y el Tutor.
B. Revisión Bibliográfica y Teórica	Recursos Humanos - Materiales	Postulante Investigación	Producto Marco teórico consolidado

Bases de datos, libros, artículos científicos (fuentes primarias y secundarias).

y Listado Técnico de Especies Forrajeras candidatas Criterio: El listado debe estar sustentado en al menos tres fuentes científicas que confirmen la adaptabilidad amazónica y el alto valor nutritivo de cada especie.

<p>C. Preparación y Acondicionamiento del Sitio (5 de agosto - 26 de agosto)</p>	<p>-Recursos Humanos Postulante, Personal de Apoyo de la UALP (para maquinaria y limpieza).</p>	<p>Postulante (Supervisión y coordinación), Tutor (Orientación técnica).</p>	<p>Producto: Terreno limpio, delimitado y suelo acondicionado. Criterio:</p>
	<p>Materiales: Herramientas de campo, equipos de laboratorio para análisis de suelos, encalado, fertilizantes, maquinaria de arado/nivelación.</p>		<p>Resultado del análisis de suelo que confirme la corrección del pH (Encalado) y la nivelación del terreno (medición de pendiente) apta para la siembra.</p>
<p>D. Adquisición de Materiales y Equipos Logísticos</p>	<p>- Recursos Humanos: Postulante, Administración UALP (Compras). - Materiales: Invernadero, sistemas de riego, sustratos y herramientas menores.</p>	<p>Postulante (Elaboración de la lista), UALP (Adquisición).</p>	<p>Producto: Inventario logístico completo. Criterio: Verificación física de que el 90% de los materiales y equipos listados se encuentran disponibles y operativos.</p>

---

**Tabla 5***Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo)*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Adquisición y Recolección de Germoplasma (27 de agosto - 9 de septiembre)	Recursos Humanos: Postulante, Proveedores o Laboratorios Certificados. – Materiales Semillas, estolones, esquejes. Equipo de recolección y embalaje.	Postulante (Contacto, recolección y etiquetado).	Producto Material genético clasificado y etiquetado. Criterio Certificado de origen del material adquirido y tasa de viabilidad/germinación inicial documentada para cada lote de semilla.
B. Siembra y Establecimiento de Parcelas (10 de septiembre - 23 de septiembre)	Recursos Humanos: Postulante, Personal de Campo. Materiales: Material genético, sustratos, agua, herramientas de siembra.	Postulante (Supervisión directa de la siembra).	Producto: Parcelas sembradas y sistema de riego implementado. Criterio: Cumplimiento del espaciamiento y densidad de siembra específica para cada especie (basado en la Revisión Bibliográfica), verificando la uniformidad de la siembra.
C. Mantenimiento y Monitoreo Inicial (24 de septiembre - 28 de octubre)	Recursos Humanos: Postulante. – Materiales: Insumos para control de malezas, equipos de medición (pH, humedad).	Postulante (Ejecución y Registro de datos).	Producto: Parcelas libres de malezas y sin afectación grave de plagas. Criterio: Tasa de emergencia/prendimiento superior al 70% para las especies sembradas; registro semanal de variables ambientales (riego, temperatura) y fitosanitarias.

**Tabla 6***Estrategia 3: Evaluación Agronómica y Documentación (Fase de Evaluación)*

Acciones Fundamentales	Recursos Clave	Responsables y Tiempo Estimado	Criterios de Evaluación de Calidad
A. Evaluación Agronómica y Recolección de Datos (29 de octubre - 11 de noviembre)	Recursos Humanos: Postulante. Materiales: Instrumentos de medición (cinta métrica, balanza de precisión, muestreadores).	Postulante (Recolección de datos primarios).	Producto: Matriz de datos de campo completa. Criterio: Medición de las variables clave (germinación, altura, cobertura, producción de biomasa) utilizando muestreos aleatorios y repetidos para asegurar la significancia estadística de los datos.
B. Análisis de Datos (12 de noviembre - 23 de noviembre)	Recursos Humanos: Postulante, Tutor (Asesoría). Materiales: Software	Postulante(Análisis), Tutor (Validación metodológica).	Producto: Resultados tabulados y figuras/gráficos. Criterio: El análisis debe permitir determinar la viabilidad y adaptabilidad de cada especie y responder a los objetivos específicos planteados.
C. Redacción y Presentación del Informe Final (24 de	Recursos Humanos: Postulante. Materiales:	Postulante (Redacción).	Producto: Documento final del Trabajo Dirigido.

noviembre - 30 Computadora  
de noviembre) , software de  
procesamiento de  
texto.

Criterio:  
Cumplimiento del  
formato  
institucional y  
aprobación final  
del Tutor para la  
defensa,  
demostrando que  
los resultados y  
conclusiones se  
derivan  
directamente de  
la metodología  
ejecutada.

---

### **Planificación y Validación**

Trabajo Dirigido (Aplicación Práctica y Aporte Institucional), la exigencia de la Aprobación formal del plan de trabajo por parte de la UALP y el Tutor es una práctica metodológica crítica para el éxito de un Trabajo Dirigido. Esta acción no solo valida el cronograma, sino que transfiere la responsabilidad del proyecto al marco institucional de la Universidad Amazónica de Pando. Críticamente, esto garantiza que la investigación esté alineada con el Objetivo General del Proyecto Institucional (fortalecer la base productiva), evitando que el trabajo se quede en un plano puramente académico y asegurando que la mejora de la alimentación de bovinos se concrete como una acción directa en la UALP.

### **Aplicación del Fundamento de Eficiencia Zootécnica**

La ganadería en Pando sufre de una baja eficiencia productiva debido a la deficiencia en la alimentación, especialmente durante el "vacío forrajero" de la época seca.

### **Crítica del Rigor:**

La exigencia de que el Listado Técnico esté validado por la confirmación de alto valor nutritivo (proteínas, digestibilidad) por tres fuentes científicas es metodológicamente robusta, esto va más allá de un simple listado; es una medida de aseguramiento de la calidad. Garantiza que el material forrajero, una vez establecido, realmente contribuya a una mayor ganancia de peso, mayor producción lechera y mejor eficiencia reproductiva en los bovinos, contrastando con las pasturas nativas de "escaso valor nutricional" mencionadas en la problemática.

### **La especificidad de la adaptabilidad amazónica**

El contexto geográfico del departamento de Pando (clima tropical húmedo, suelos ácidos, estacionalidad con sequías e inundaciones) es un factor limitante que la teoría debe corregir.

Tolerancia Edafoclimática: La selección se enfoca en forrajes conocidos por su capacidad de prosperar en suelos ácidos y de baja fertilidad, mitigando los desafíos edafológicos locales, como lo demuestra la investigación histórica de entidades como el CIAT en especies de *Brachiaria* o *Panicum*.

### **Reducción de Vulnerabilidad:**

La selección de especies resistentes a plagas, enfermedades, sequías e inundaciones es una aplicación directa de la teoría de la Conservación de Germoplasma orientada a la resiliencia del sistema, Críticamente, esto dota al Banco de Germoplasma de material genético que no colapsará ante los fenómenos climáticos recurrentes, asegurando la disponibilidad constante de alimento de calidad durante todo el año y reduciendo la dependencia del monocultivo tradicional.

### **Refuerzo de la Teoría de Conservación y Mejoramiento Genético**

La acción trasciende la simple recopilación de información; es el inicio formal de la función de Adquisición/Colecta del banco de germoplasma.

Al identificar y seleccionar las especies, el proyecto establece la base genética de la futura colección, se utiliza la teoría de la conservación de germoplasma no solo para guardar material, sino para seleccionar activamente aquellos recursos genéticos que poseen las características deseables para el mejoramiento productivo.

### **Impacto en Fases Posteriores:**

Esta revisión genera el Marco Teórico consolidado y el Listado Técnico de especies candidatas, sin este rigor científico inicial, las fases de campo carecerían de fundamento, pues se estaría sembrando material genético de potencial desconocido, comprometiendo la validez de la Evaluación Agronómica y, por ende, el aporte directo a los productores pecuarios.

La revisión es, por tanto, la garantía científica de que el material genético a adquirir será auténtico y viable para la región.

## **Preparación y Acondicionamiento del Sitio**

Abordar la preparación del sitio tomando en cuenta las condiciones edafoclimáticas locales de Pando (suelos a menudo ácidos o degradados) es un acierto metodológico crucial, el criterio basado en el resultado del análisis de suelo que confirme la corrección del pH (Encalado) es una aplicación directa y técnica de la agronomía.

El encalado permite optimizar el ambiente radicular y la disponibilidad de nutrientes, esta corrección asegura la fiabilidad de la Evaluación Agronómica, garantizando que el rendimiento medido sea atribuible al potencial genético (teoría) de las especies forrajeras y no a las limitaciones químicas del suelo amazónico.

## **Adquisición de Materiales y Equipos Logísticos**

Funciones de Conservación y Multiplicación del Banco de Germoplasma, la adquisición de infraestructura clave como el invernadero y el sistema de riego está directamente justificada por las funciones de un Banco de Germoplasma Forrajero. El invernadero permite la conservación ex situ y la multiplicación controlada de semillas, estolones o esquejes, asegurando que el producto sea material vegetal de calidad. El criterio de verificación física (90% de disponibilidad) es un control logístico indispensable para prevenir retrasos que pudieran afectar la viabilidad del material de propagación, la cual es esencial para el Objetivo Específico de Obtención del Material.

## **Establecimiento del Banco de Germoplasma (Fase de Campo)**

Esta estrategia es la ejecución directa de la función de colecta, conservación y regeneración de los recursos fitogenéticos seleccionados.

### **Adquisición y Recolección de Germoplasma**

Fundamento Reflejado: Rigor en la Conservación de Recursos Genéticos y Trazabilidad.

La acción aborda el Problema Específico de obtención del material de propagación. El criterio de calidad que exige el Certificado de Origen y la tasa de viabilidad/germinación inicial refleja el rigor científico-metodológico

Tabla 7

## Especies Usadas para Siembra:

Especie Forrajera	Tipo de Siembra	Densidad de Siembra (kg/ha)	Fecha de Siembra	Profundidad de Siembra (cm)	Rendimiento Potencial (t MS/ha/año)	Días a la Primera Utilización (Aprox.)
1. Humidícola ( <i>Brachiaria humidicola</i> )	Sexual (Semilla)	4-6 (Semilla escarificada)	30/08 /2025	-2	18	9
2. Marandú ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	Sexual (Semilla)	8-12 (VC)	30/08 /2025	-2	12-20	6
3. Piatã ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	Sexual (Semilla)	8-12 (VC)	30/08 /2025	-2	10-18	6
4. Zuri ( <i>Panicum maximum</i> )	Sexual (Semilla)	8-12 (VC)	30/08 /2025	-2	15-30	7
5. Mombasa ( <i>Panicum maximum</i> )	Sexual (Semilla)	8-12 (VC)	30/08 /2025	-2	15-35	7
6. Taiwán Morado ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	Asexual (Estolones/Tallos)	2,000 -4,000 (Estolones/Tallos)	19/09 /2025	-10	50-80+	120+
7. Sorgo Forrajero ( <i>Sorghum bicolor</i> )	Sexual (Semilla)	15-25	30/08 /2025	-4	20-30	5
8. Cuba 22 ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	Asexual (Tallos/Estacas)	3,000 -4,000 (Tallos)	19/09 /2025	-10	50-80+	9

## ❖ **Composición del Abono**

El abono utilizado es una mezcla orgánica que aprovecha los residuos agrícolas (cáscara de almendra), pecuarios (gallinaza) y de combustión (ceniza). Su valor nutricional radica en el aporte de los tres Nutrientes Primarios y Nutrientes Secundarios Ca, Mg, además de Micronutrientes.

### **Gallinaza (Excretas de Aves)**

**Composición Principal:** La gallinaza es un potente fertilizante nitrogenado debido a que las aves excretan el nitrógeno principalmente como ácido úrico, que se descompone rápidamente en formas asimilables por las plantas.

**Aporte Científico:** Alto contenido de Nitrógeno N, Fósforo P y Potasio K, además de Materia Orgánica, lo que mejora la estructura del suelo, la retención de humedad y estimula la actividad microbiana.

*Valores Típicos:*{N (2.0-4.0%), {P} (3.0-5.0%), {K} 2{O} (1.0-3.0%).

### **Ceniza de Madera/Vegetal**

**Composición Principal:** Es una fuente rica en Potasio y Calcio, proveniente de los minerales que las plantas han absorbido del suelo durante su crecimiento. Tiene un efecto alcalino alto

#### **Aporte Científico:**

**Potasio K:** Es esencial para la regulación hídrica (apertura y cierre de estomas), la fotosíntesis y la resistencia a enfermedades.

**Calcio Ca:** Es un nutriente secundario que contribuye a la estabilidad de la pared celular y la división celular, además de contribuir al efecto de encalado, ayudando a neutralizar la acidez residual del suelo.

*Otros:* Aporta también Magnesio Mg y otros micronutrientes.

### 3. Cáscara de Almendra (Brazilian Nuts)

**Composición Principal:** La cáscara, como residuo lignocelulósico, aporta principalmente Materia Orgánica y Fibra, actuando como un acondicionador de suelo a largo plazo.

**Aporte Científico:** Es rica en carbono y otros elementos residuales. Su descomposición lenta libera nutrientes de forma gradual (mineralización).

**Relación C/N:** Generalmente, los materiales lignificados tienen una alta relación lo que significa que el nitrógeno del suelo puede ser inmovilizado temporalmente por los microorganismos para degradar el carbono. Por esta razón, la mezcla con gallinaza (alta en N) es agrónomicamente adecuada para equilibrar esta relación y evitar la deficiencia de (N) en las plantas.

*Aporte de Minerales:* Aunque en menor proporción que la gallinaza o ceniza, puede contener trazas de Calcio, Magnesio y Potasio.

La combinación de los tres ingredientes resulta en un fertilizante orgánico completo que proporciona:

**Nutrientes de liberación rápida** N y K de la gallinaza y ceniza para el crecimiento inicial.

Nutrientes de liberación lenta P y MO de la gallinaza y cáscara) para un suministro sostenido.

Corrección de la acidez Ca de la ceniza y el encalado, lo cual es crucial para la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes.

## ASPECTOS LEGALES

**Tabla 8**

### *Marco Legal del Banco de Germoplasma Forrajero*

Nivel Normativo	Instrumento Legal	Ámbito de Aplicación Específico	Implicación Directa para el Proyecto
I. Nivel Constitucional y Leyes Marco (Nacional)	Constitución Política del Estado (CPE)	Art. 255 (I): Principio de la Madre Tierra. Arts. 380 y 381: Biodiversidad como patrimonio genético de interés nacional.	Fundamenta la soberanía del Estado sobre los recursos forrajeros y la obligación de conservación sustentable.
	Ley N° 071, Ley de Derechos de la Madre Tierra	Art. 9: Deber de asegurar el uso y aprovechamiento sustentable de los componentes de la Madre Tierra.	Guía el manejo ecológico y sostenible del banco de germoplasma y su posterior uso en la alimentación bovina.
III. Nivel Sectorial y Sanitario (Reglamentos)	Reglamento Sanitario (SENASAG)	Normas de sanidad agropecuaria para la prevención y control de plagas y enfermedades.	El material forrajero debe ser certificado como sano por el SENASAG al ser movilizado, almacenado y reproducido en el Banco de Germoplasma.
	DS N° 1172 - Programa Nacional de Fomento Pecuario	Apoyo a la ejecución de proyectos de desarrollo pecuario (carne y leche).	Proporciona el sustento programático para el componente de "mejoramiento en la alimentación de bovinos", alineando la investigación con las prioridades de desarrollo del sector.
	Reglamentación Universitaria (Modalidad de Grado)	Normas de la Universidad (Estatuto, Reglamento de Grado) que definen la	Marco de ejecución académico-administrativa del proyecto, validando el

## INFORMACION SOBRE LAS ESPECIES SEMBRADAS:

**Tabla 9**

*Humidícola (Brachiaria humidicola cv. Humidicola)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Brachiaria humidicola</i> (Syn. <i>Urochloa humidicola</i> )
Hábito de Crecimiento	Estolonífero (crecimiento rastrero que emite raíces y nuevos tallos a partir de los nudos). Forma una alfombra densa.
Fertilidad del Suelo	Baja a Media. Excelente adaptación a suelos pobres y ácidos.
Tolerancia a Humedad	Alta a Excelente. Tolera muy bien el encharcamiento e incluso el anegamiento temporal y periódico (hasta 45 días).
Tolerancia a Sequía	Excelente. Es una especie muy rústica y persistente.
Tolerancia a Plagas	Tolerante al ataque de Mión o Salivazo ( <i>Cercopoidea</i> ).
Uso Principal	Pastoreo, control de erosión y cobertura vegetal. Excelente para áreas con problemas de drenaje.
Producción de Materia Seca (MS)	Media 8 a 15 ton MS/Ha.
Calidad Nutricional	Media-Baja (Proteína Cruda: 5-8% Su gran ventaja es la persistencia, no la calidad.
Manejo (Pastoreo Rotacional)	Entrada: 30-40 cm de altura. Salida (Residual): 10 cm de altura.
Establecimiento	Lento. El primer pastoreo se recomienda a los 120-190 días para asegurar un óptimo enraizamiento.

**Tabla 10***Marandú (Brachiaria brizantha cv. Marandú)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Urochloa brizantha</i> ) cv. Marandú
Hábito de Crecimiento	Semi-erecto, Macollado (forma matas o touceiras). Planta robusta de gran altura.
Fertilidad del Suelo	Media a Alta. Requiere un nivel de fertilidad superior al de la Humidícola.
Tolerancia a Humedad	Baja/Mala. No tolera el encharcamiento ni el anegamiento. Requiere suelos bien drenados.
Tolerancia a Sequía	Media a Alta. Posee un sistema radicular profundo y vigoroso que le confiere buena resistencia.
Tolerancia a Plagas	Resistente al Salivazo .
Uso Principal	Pastoreo, henificación (heno) y ensilaje. Uso muy difundido en sistemas de ceba (engorde).
Producción de Materia Seca (MS)	Alta (10 a 20 ton MS/ha/año
Calidad Nutricional	Media-Alta Proteína Cruda: 8-12% en MS. Buena digestibilidad y palatabilidad.
Manejo (Pastoreo Rotacional)	Entrada: 50 de altura. Salida (Residual): 20 cm de altura.
Establecimiento	Moderado (90 a 120 días). El primer pastoreo debe ser ligero.

**Tabla 11***Piatã (Brachiaria brizantha cv. BRS Piatã)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Urochloa brizantha</i> ) cv. BRS Piatã
Hábito de Crecimiento	Erecto, Cespitoso (forma touceiras/macollas). Porte medio (0.85 a 1.10m de altura).
Fertilidad del Suelo	Media a Alta. Fue desarrollado para complementar Marandú en suelos de fertilidad media.
Tolerancia a Humedad	Media. Mejor adaptación a suelos encharcados que Marandú, pero aún requiere buen drenaje.
Tolerancia a Sequía	Media. Buena estrategia para acumulación de forraje en el período seco.
Tolerancia a Plagas	Resistente a las cigarrías ( <i>Salivazo</i> ). Alta resistencia a la Mancha de las Hojas ( <i>Bipolaris maydis</i> ).
Uso Principal	Pastoreo directo, fardos y henificación. Ideal para diversificar áreas de <i>B. brizantha</i> .
Producción de Materia Seca (MS)	Alta (15 a 17 ton MS/ha/año). Similar a Marandú.
Calidad Nutricional	Excelente (Proteína Cruda: 8-13% en MS. Alta relación hoja-tallo, lo que se traduce en mejor calidad forrajera.
Manejo (Pastoreo Rotacional)	Entrada: 40 cm de altura. Salida (Residual): 20 cm de altura.
Establecimiento	Moderado. Crecimiento inicial más lento que Marandú, facilitando la deshidratación para sistemas de integración pecuaria.

**Tabla 12***Zuri (Panicum maximum cv. BRS Zuri)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Panicum maximum</i> (Syn. <i>Megathyrsus maximum</i> ) cv. BRS Zuri
Hábito de Crecimiento	Erecto, Macollado (cespitoso). Planta de porte alto.
Fertilidad del Suelo	Alta. Es exigente en fertilidad, similar a Mombasa.
Tolerancia a Humedad	Media/Baja. No tolera encharcamientos prolongados.
Tolerancia a Sequía	Media. Requiere precipitaciones anuales superiores a 800 mm.
Tolerancia a Plagas	Alta tolerancia al Salivazo y alta resistencia al hongo <i>Bipolaris maydis</i> .
Uso Principal	Pastoreo Rotacional y Ensilaje. Recomendado para sistemas de alta carga animal.
Producción de Materia Seca (MS)	Muy Alta (20 a 40 ton MS/ha/año -en condiciones óptimas).
Calidad Nutricional	Óptima/Alta (Proteína Cruda: 12-15% . Excelente palatabilidad y valor nutritivo.
Manejo (Pastoreo Rotacional)	Entrada: 70-75 cm de altura. Salida (Residual): 30-35 cm de altura.
Establecimiento	Rápido (75-100 días para formación).

**Tabla 13***Mombaza (Panicum maximum cv. Mombasa)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Panicum maximum</i> (Syn. <i>Megathyrsus maximum</i> ) cv. Mombasa
Hábito de Crecimiento	Erecto, Macollado (cespitoso). Planta de porte muy alto 1.6 a 2.0 .
Fertilidad del Suelo	Alta. Exigente en suelos fértiles y buen manejo de fertilización (especialmente N.
Tolerancia a Humedad	Media a Baja. Requiere suelos profundos y bien drenados.
Tolerancia a Sequía	Media.
Tolerancia a Plagas	Tolerante al Salivazo.
Uso Principal	Pastoreo rotacional, Ensilaje y Silvopastoreo (tolera algo de sombra).
Producción de Materia Seca (MS)	Máxima (20 a 28 MS/ha/año). Gran productora de forraje.
Calidad Nutricional	Excelente/Alta (Proteína Cruda: 12-16% en MS. Digestibilidad y palatabilidad excelentes.
Manejo (Pastoreo Rotacional)	Entrada: 80-90 cm de altura. Salida (Residual): 30 cm de altura. El manejo de altura es crucial para mantener la calidad.
Establecimiento	Rápido (70-100 días).

**Tabla 14***Taiwán Morado (Pennisetum purpureum)*

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Pennisetum purpureum</i> (Syn. <i>Cenchrus purpureus</i> ).
Hábito de Crecimiento	Erecto, Cespitoso. Tallo grueso y alto, puede alcanzar 2-4 m de altura.
Fertilidad del Suelo	Alta. Especie muy exigente en nutrientes, especialmente Nitrógeno N y Fósforo P.
Tolerancia a Humedad	Media a Baja. Prefiere suelos profundos y bien drenados; no tolera el encharcamiento prolongado.
Tolerancia a Sequía	Media. Su resistencia depende de la profundidad radicular, pero en general no resiste sequías severas.
Tolerancia a Clima	Muy susceptible a bajas temperaturas y heladas (es una gramínea C).
Uso Principal	Forraje de Corte y Ensilaje. Su gran volumen de biomasa lo hace ideal para sistemas semi-estabulados o estabulados.
Producción de Materia Seca (MS)	Extremadamente Alta (30 a más de 80 ton MS/ha/año en condiciones óptimas y con fertilización).
Calidad Nutricional	Alta en la fase vegetativa joven (Proteína Cruda: 10-17% en MS. La calidad disminuye rápidamente con la edad debido al engrosamiento del tallo (baja la relación hoja/tallo).
Manejo (Corte)	La calidad es óptima cuando se corta antes de alcanzar 1.5 de altura o cuando el tallo empieza a lignificarse. Rotaciones de 45-75 días.
Establecimiento	Se establece vegetativamente (tallos maduros o cepas). Su semilla tiene baja viabilidad.

**Tabla 15***Cuba 22 (Pennisetum sp. Híbrido OM-22)*

Aspecto	Información Detallada
	<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum</i> (Híbrido OM-22)
Nombre Científico	22)
Hábito de Crecimiento	Erecto, Cespitoso (forma macollas). Planta de porte alto (3.0 a 4.0.m. Tallos y hojas lisos, sin pelos.
Fertilidad del Suelo	Media a Alta. Requiere buen manejo de fertilización, especialmente Nitrógeno N
Tolerancia a Humedad	Baja. Requiere suelos bien drenados. No tolera encharcamientos prolongados.
Tolerancia a Sequía	Buena. Su sistema radicular profundo le confiere resistencia a periodos secos.
Tolerancia a Clima	Susceptible a heladas y bajas temperaturas . Se adapta bien en zonas tropicales y subtropicales cálidas.
Uso Principal	Forraje de Corte, Ensilaje y Bancos Forrajeros. No apto para pastoreo directo por el riesgo de pisoteo y desperdicio.
Producción de Materia Seca (MS)	Muy Alta (Puede superar las 50 ton MS/ha/año en condiciones óptimas y riego).
Calidad Nutricional	Alta (Proteína Cruda: 14-18% en MS). Alta digestibilidad (75-80%). Mantiene la calidad por más tiempo gracias a su floración tardía.
Manejo (Corte)	Altura de Corte Óptima: 1.50 a 1.80 m. Intervalo recomendado: 60-70 días después del rebrote.
Establecimiento	Vegetativo (estacas o esquejes). Requiere de 4 a 5 ton/ha de material vegetativo.

Tabla 16

## SORGO FORRAJERO

Aspecto	Información Detallada
Nombre Científico	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench (incluye tipos como Sudán Grass e híbridos)
Hábito de Crecimiento	Anual, erecto, con capacidad de macollaje y rápido rebrote (en variedades forrajeras/Sudán). Planta de metabolismo C4 (alta eficiencia en calor).
Fertilidad del Suelo	Tolerante a suelos pobres y ácidos. Poca exigencia en Fósforo (P) y Potasio (K). Responde muy bien a la fertilización con Nitrógeno (N) para un alto rendimiento.
Tolerancia a Humedad	Buena tolerancia al exceso de humedad y a la salinidad, mejor que el maíz.
Tolerancia a Sequía	Muy Tolerante. Superior al maíz. Posee un sistema radical fibroso y eficiente para la extracción de agua. Ideal para zonas semiáridas.
Tolerancia a Clima	Requiere climas cálidos para su desarrollo óptimo (crecimiento ideal sobre los 26°. Tolera altas temperaturas.
Uso Principal	Forraje de Corte (Forraje Verde), Ensilaje de Alta Calidad, Pastoreo (tipo Sudán), Heno. Alternativa clave para épocas de verano/sequía.
Producción de Materia Seca (MS)	Alta a Muy Alta (Alto productor de biomasa). El rendimiento está directamente ligado a la disponibilidad hídrica y la fertilización.
Calidad Nutricional	Buena. Proteína Cruda (PC) generalmente entre 8-12% en estado óptimo de cosecha. La digestibilidad puede ser variable; mejorada en variedades BMR ( <i>Brown Midrib</i> ).
Manejo (Corte)	Para Ensilaje: Cosechar en estado lechoso-masoso del grano. Para Forraje/Pastoreo: No cortar/pastorear por debajo de 40-50 cm para mitigar el riesgo de toxicidad por Ácido Cianhídrico (HCN).
Establecimiento	Sexual (semilla). La siembra requiere temperaturas del suelo adecuadas (18° óptimo). Primer corte usualmente entre 60 y 90 días.

## 4 CAPITULO III

### PRINCIPALES LOGROS OBTENIDOS

#### 4.1 Planteamiento de los objetivos

El Trabajo Dirigido, enfocado en la implementación inicial de un Banco de Germoplasma Forrajero en la UALP, genera beneficios tangibles e intangibles para diversos actores:

**Tabla 17**

*Logros, Significación Práctica y Recomendaciones*

Beneficiario	Principales Logros Obtenidos (o proyectados en esta fase)
Productores Pecuarios (Municipio de Gonzalo Moreno)	Identificación de Opciones Mejoradas: Se dispone de un Listado Técnico de Especies Forrajeras candidatas, científicamente validadas por su alto valor nutritivo y adaptabilidad amazónica. Esto sienta las bases para superar la dependencia de pasturas nativas degradadas.
Universidad Amazónica de Pando (UAP) / UALP	Capacidad Instalada y Consolidación Institucional: Logro de la Planificación y Validación Formal del proyecto, convirtiendo una iniciativa en un compromiso institucional. Se establece y acondiciona un terreno y se adquiere infraestructura clave (invernadero, sistemas de riego), sentando la base física para la investigación y la extensión.
Postulante (Ejecutor del Trabajo Dirigido)	Aplicación Teórico-Práctica Rigurosa: Se logra la aplicación integral de los fundamentos de la Agronomía Tropical y la Conservación de Recursos Genéticos. Esto incluye la obtención de germoplasma con Certificado de Origen y la medición de resultados con rigor estadístico, culminando en un Informe Final que documenta el conocimiento generado.
Comunidad Científica Académica Regional	Generación de Evidencia Aplicable: Los resultados de la Evaluación Agronómica y el Análisis de Datos permiten determinar la viabilidad y adaptabilidad de cada especie. Este conocimiento es un insumo directo para futuras investigaciones y para la formulación de paquetes tecnológicos adaptados a la Amazonía boliviana.

## **4.2 Significación Práctica del Trabajo**

La significación práctica de este Trabajo Dirigido es directa y crucial para la sostenibilidad y la mejora de la productividad ganadera en el departamento de Pando, abordando la problemática central de la deficiencia en la alimentación bovina.

Al implementar un banco de germoplasma, el trabajo ofrece una solución tangible a la baja productividad causada por la dependencia de pasturas de escaso valor nutricional. Las parcelas establecidas servirán como fuente primaria de material vegetal de calidad y alto valor nutritivo.

El trabajo sienta las bases para la identificación y multiplicación de especies que son resistentes a plagas, enfermedades y a los fenómenos de sequías e inundaciones. Esta resiliencia genética es fundamental para asegurar la producción animal en un contexto edafoclimático volátil como el amazónico.

El banco de germoplasma no es solo un repositorio biológico, sino un módulo de capacitación y demostración en campo para los productores. El informe final, al documentar la adaptabilidad de las especies, se convierte en el vehículo oficial de conocimiento que la UALP utilizará para promover la sostenibilidad y mejorar la rentabilidad de las fincas.

Consolida a la Unidad Académica Las Piedras como el centro estratégico de investigación y desarrollo en el sector pecuario amazónico, cumpliendo con su misión de generar aportes directos para resolver problemas productivos reales de la región.

Para optimizar el funcionamiento y el impacto del Banco de Germoplasma Forrajero y el conocimiento generado en este Trabajo Dirigido, se recomiendan las siguientes acciones de perfeccionamiento:

Priorizar la Infraestructura de Largo Plazo: Complementar la adquisición del invernadero y los sistemas de riego con la implementación de una cámara fría o un área de almacenamiento con control estricto de temperatura y humedad para la conservación de semillas a largo plazo (colección de base), asegurando la viabilidad genética más allá de la colección de campo.

#### **Extender la Evaluación Nutricional:**

Integrar a la Estrategia 3 no solo la evaluación agronómica (biomasa, rebrote), sino también la Caracterización Bromatológica (análisis de proteína cruda, digestibilidad) de las especies más prometedoras. Esto proporcionará datos concretos para confirmar su eficiencia zootécnica (ganancia de peso, producción lechera).

#### **Documentación de Resistencia a Estrés:**

Sistematizar, en la Estrategia 2 (Mantenimiento y Monitoreo), el registro de la tolerancia de las especies seleccionadas a períodos simulados o reales de estrés hídrico (sequía e inundación), con el fin de validar científicamente el fundamento de la resiliencia.

#### **Diseñar Módulos de Multiplicación Acelerada:**

Desarrollar e implementar protocolos estandarizados para la multiplicación rápida y a gran escala del material vegetal de las especies mejoradas, garantizando que el banco pueda responder rápidamente a la demanda de semillas/estolones por parte de los productores pecuarios.

**Vincular la Extensión Universitaria:**

Crear un Programa de Parcelas Demostrativas en fincas seleccionadas del municipio de Gonzalo Moreno, utilizando el germoplasma validado. Esto permitirá la transferencia directa de tecnología y la evaluación del material en condiciones reales de producción.

## 5 CONCLUSIONES

El Trabajo Dirigido se estableció y ejecutó exitosamente como la fase operativa inicial y fundamental para la implementación del Banco de Germoplasma Forrajero en la Unidad Académica Las Piedras (UALP) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP). Este proyecto representa una solución técnica y sostenible para la deficiencia en la alimentación del ganado bovino en el municipio de Gonzalo Moreno, causada por la dependencia de pasturas degradadas y no adaptadas.

Las tres estrategias desarrolladas (Planificación y Sustento Teórico, Establecimiento en Campo, y Evaluación/Documentación) aseguraron un rigor científico y metodológico en cada paso. Se logró la identificación y selección de especies forrajeras candidatas con alto potencial agronómico y nutricional, sustentada por una exhaustiva revisión bibliográfica, cumpliendo así el primer objetivo específico. Asimismo, la fase de campo garantizó la obtención, adquisición, y establecimiento del material de propagación con criterios de calidad (Certificado de Origen y alta tasa de prendimiento), sentando las bases de una colección de campo viable y auténtica.

El proceso culminó con la Evaluación Agronómica y el Análisis de Datos con rigor estadístico, lo que permitió determinar la viabilidad y adaptabilidad de las especies en las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía boliviana. En esencia, el Trabajo Dirigido no solo concretó las etapas iniciales del banco, sino que también generó el conocimiento científico-aplicado necesario para que la UAP cumpla su rol de centro de transferencia de tecnología que promueva la sostenibilidad y la mejora de la productividad ganadera en la región

## **6 RECOMENDACIONES**

Basado en los resultados y la estructura del proyecto de implementación del Banco de Germoplasma Forrajero, se recomienda lo siguiente para asegurar su sostenibilidad y maximizar su impacto en el sector pecuario de Pando:

### **6.1.1 Continuar la Evaluación y Caracterización**

**Evaluar el Desempeño a Largo Plazo:** Se debe extender la Estrategia 3 para monitorear las especies seleccionadas a lo largo de múltiples ciclos de crecimiento, incluyendo la época seca y la época de inundaciones, para obtener datos sólidos sobre su resiliencia a los fenómenos climáticos recurrentes de Pando.

**Realizar Análisis Nutricional:** Complementar la Evaluación Agronómica (producción de biomasa) con un Análisis Químico-Nutricional (proteína bruta, digestibilidad in vitro) del forraje. Esto validará el alto valor nutritivo de las especies seleccionadas y confirmará su impacto potencial en la ganancia de peso y producción lechera del ganado bovino.

### **6.1.2 Optimizar los Procesos de Multiplicación**

**Estandarizar los Protocolos de Regeneración:** Documentar y optimizar los protocolos de propagación y regeneración dentro del invernadero, enfocándose en las especies que mostraron las tasas de emergencia/prendimiento más altas (superiores al 70%). Esto es clave para generar el material vegetal de calidad que se requiere transferir a los productores.

Establecer un Stock de Seguridad: Una vez identificadas las especies de mejor desempeño, se recomienda multiplicar las semillas o material vegetativo de forma intensiva para crear un stock de seguridad que garantice la disponibilidad de germoplasma para futuros proyectos y para la distribución a los productores.

### **6.1.3 Fortalecer la Transferencia Tecnológica**

Desarrollar un Programa de Capacitación: Utilizar el Informe Final del Trabajo Dirigido como base técnica para diseñar y ejecutar un Programa de Extensión y Capacitación dirigido a los productores del municipio de Gonzalo Moreno. El enfoque debe ser en el manejo agronómico de las nuevas especies forrajeras y la corrección de suelos (encalado).

Crear Parcelas Demostrativas: Establecer parcelas demostrativas in situ en fincas de productores seleccionados. Esto facilitará la validación participativa de las especies y agilizará la adopción tecnológica, cerrando el ciclo de investigación-extensión y cumpliendo con el objetivo de promover la sostenibilidad ganadera.

## 7 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Rao, N.K., J. Hanson, M.E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. (2008). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma*. Bioversity International, Roma, Italia.

Engels, J.M.M. y Visser, L. (eds.). (2007). *Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma*. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Bioversity International, Roma, Italia. ISBN 978-92-9043-767-3.

Osorio-Giraldo, J. F., Calderón-Bedoya, V., López-de-Mesa, O., & Restrepo-Berrio, D. (2024). Importancia de la disponibilidad de alternativas forrajeras para la alimentación de ganado bovino. *Revista Politécnica*, 20(39), 18–30.

Gutiérrez, F., Achá, N., Ramírez, K., Ruiz, M., Camacho, E., Navia, R., Espinoza, J., Lizeca, S., & Meneses, R. (2010). Establecimiento de Bancos de Proteína con *Cratylia argentea* para ganado mestizo en fincas. En *Forrajes y Semillas Forrajeras* (pp. 43-50). Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS).

Hacia una ganadería sustentable en tierras bajas de Bolivia (CIPCA)

La Paz, Bolivia - Mayo 2020

# ANEXOS



**SELECCIÓN DE TERRENO PARA LA IMPLEMENTACION DE LAS PLATABANDAS**



**MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE RIEGO**

## FASE DE ARADO DEL TERRENO



## MECANIZACIÓN DE SUELO



## ENCALADO DE SUELO



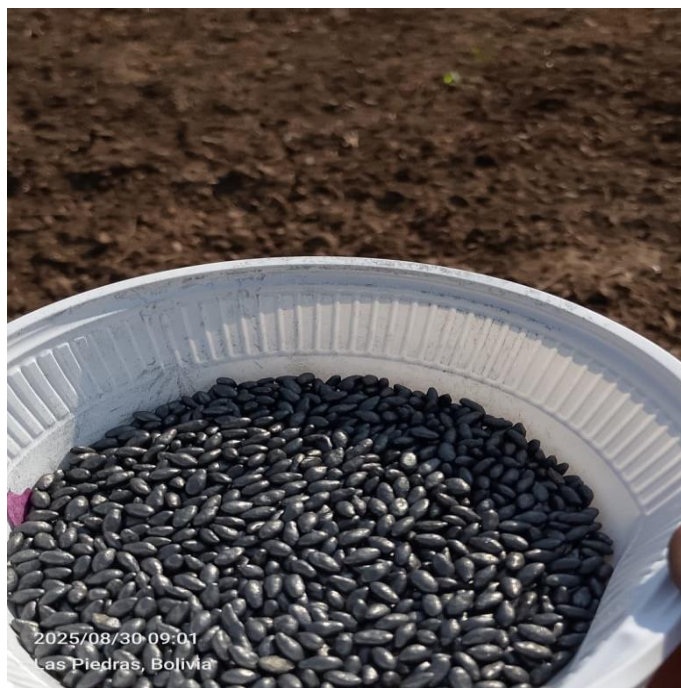
## IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE RIEGO



### ABONADO DE TERRENO DE SIEMBRA



### PROCESO DE SIEMBRA



### FASE DE GERMINACION



### LOGROS OBTENIDOS

