REVISTA INDUSTRIAL 4.0

EDICIÓN DIGITAL Nro. 8
MARZO 2024

ISSN-L 2958-0188

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial

M.Sc. Oscar Arnaldo Heredia Vargas — Rector
Dra. María Eugenia García Moreno — Vicerrector
Ing. Alejandro Martin Mayori Machicao — Decano Facultad de Ingeniería
Ing. Freddy Gutierrez Barea — ViceDecano Facultad de Ingeniería
Ing. Franz José Zenteno Benítez — Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Impresa N°. 8 - Marzo 2024
Impresa: ISSN 2958-017X
En Linea: ISSN-L 2958-0188

Comite Editor:
Ing. Grover Sanchez Eid
Ing. Mario Zenteno Benitez PhD

Diseño Versión Impresa & web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imagen Tapa:
Carrera de Ingeniería Industrial

Imprenta:
Walking Graf

Deposito Legal:
4-3-68-20

Web:
https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
TEl. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30

PRESENTACIÓN

La revista Industrial 4.0, es una publicación semestral (impresa y digital) de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés. Fue creada para la difusión de los trabajos que realizan los profesionales -nacionales o extranjeros- en tecnología, innovación, ingeniería e investigación.

Una mirada atrás, nos muestra un recorrido de mas de cuatro años, tiempo en el cual, especialmente profesionales vinculados a la carrera, han plasmado su sapiencia, escribiendo artículos bajo estándares cada vez más exigentes. Por lo anotado en esta edición Numero 8 de la Revista Industrial 4.0, me complace presentar una muestra de esa renovación e investigación constante de mis colegas, de la cual me siento orgulloso en pertenecer y aportar con mi juicio, que espero impulse y aporte al mejoramiento continuo de este emprendimiento.

La Revista Industrial 4.0 en su número 8, tiene artículos variados y renovados que son la imagen de la carrera de Ingeniería Industrial al mundo científico, principalmente vinculado al surgimiento y mejoramiento de sistemas productivos.

Mgp. Ing. Lucio Grover Sánchez Eid

Director del Instituto de Investigaciones Amazónicas

Artículo Reg. 0062
Revista Industrial 4.0 Año 5 N°8, 2024
industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40
revistaindustrial4.0@umsa.bo

BANCO DE GERMOPLASMA
BASE PARA EL BIOCOMERCIO DE ESPECIES AMAZÓNICAS

Oswaldo Fernando Terán Modregón,
ORCID: 0000-0003-0965-8434
Ingeniería Industrial, Universidad Mayor de San Andrés
ofteran@umsa.bo

German Iver Hilaquita Ticona,
ORCID:0009-0003-7423-0239
Ingeniería Industrial, Universidad Mayor de San Andrés
alva144@gmail.com

Recibido: 30 de enero; aprobado: 6 de marzo

RESUMEN

Bolivia pertenece a uno de los países con una economía emergente, por tanto, se demanda a nivel nacional el desarrollo tecnológico y productivo, aprovechando el potencial productivo, genético y agroindustrial. El estudio de viabilidad de un banco de germoplasma como base para el biocomercio de especies amazónicas, plantea determinar el potencial productivo en la región amazónica del Departamento de La Paz. Para este fin se realiza un análisis de la producción departamental y la producción regional, clasificando a las especies de acuerdo a lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística, demostrando que existe las condiciones edafológicas y climáticas para las especies seleccionadas, además de la normativa legal que sustenta la producción de cinco productos como base para la seguridad alimentaria. El análisis muestra a cinco productos; clasificados en dos grandes grupos de producción de germoplasma; ortodoxos como el Arroz y Maíz y recalcitrantes como son el Cacao, Asaí y Copoazú, tomando en cuenta la extensión agrícola del municipio se logró determinar que el establecimiento de un banco de germoplasma técnicamente es viable, mismo que incrementaría el potencial agroindustrial del departamento de La Paz.

Palabras Clave: Banco de germoplasma, semillas ortodoxas y recalcitrantes.

ABSTRACT

Bolivia belongs to one of the countries with an emerging economy, therefore, technological and productive development is demanded at the national level, taking advantage of the productive, genetic and agro-industrial potential. The feasibility study of a germplasm bank as a basis for the biotrade of Amazonian species, proposes to determine the productive potential in the Amazonian region of the Department of La Paz. For this purpose, an analysis of the departmental production and regional production was carried out, classifying the species according to what was established by the National Institute of Statistics, demonstrating that there are soil and climatic conditions for the selected species, in addition to legal regulations. that supports the production of five products as a basis for food security. The analysis shows five products; classified into two large groups of orthodox germplasm production such as Rice and Corn and recalcitrant such as Cacao, Asaí and Copoazú, taking into account the agricultural extension of the municipality, it was possible to determine that the establishment of a germplasm bank is technically viable, even that would increase the agro-industrial potential of the Department of La Paz.

1. INTRODUCCIÓN.

Bolivia pertenece a uno de los países con una economía emergente, por tanto, se demanda a nivel nacional el desarrollo tecnológico y productivo de todas las regiones, aprovechando el potencial productivo, genético y agroindustrial, lo que dará una mayor oportunidad de producir alimentos orgánicos, inocuos para la salud humana. A través de una eficiente gestión se plantea un impacto positivo y sustentable en la región norte del Departamento de La Paz, con la creación de un banco de germoplasma asentada en el municipio de San Buenaventura.

El estudio de viabilidad de un banco de germoplasma como base para el biocomercio de especies amazónicas, tiene un enfoque de desarrollo empresarial productivo, desarrolladas de conformidad con criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica, dentro la secuencia de las actividades de la ingeniería, materia

prima, energía, balances de materia, variables de proceso, diagramas de flujo de proceso, distribución de planta, equipamiento tecnológico, medio ambiente, destinados a incrementar el potencial productivo del municipio de San Buenaventura.

El establecimiento de un banco de germoplasma como base para el biocomercio de especies amazónicas en el municipio de San Buenaventura, pretende aprovechar el material genético existente en la región, para la conservación de la biodiversidad, mejorar los cultivos, promover la reproducción y la mejora del suministro de semillas para un sistema agrícola, lo que garantiza el biocomercio, la seguridad alimentaria y por tanto una sostenibilidad agroindustrial en armonía con el medio ambiente, mismos que beneficiarían a una gran parte de la población.

Diseño teórico.

El diseño teórico se fundamenta en el tópico de investigación de Proyectos Industriales y como línea de investigación la Ingeniería de Proyectos, aplicados a proyectos de desarrollo empresarial productivo, en el cual se establecerá la viabilidad técnica, económica y financiera, verificando la situación legal, social e institucional de los beneficiarios, tomando en cuenta la gestión de riesgos, adaptación al cambio climático y conservación del medio ambiente, manteniendo el ecosistema de bosque tropical con el principio básico de sucesión natural.

Campo de acción.

El Municipio de San Buenaventura es la capital de la segunda sección de la provincia Abel Iturralde, se encuentra ubicada al norte del departamento de La Paz. Dentro de su jurisdicción comprende tres distritos: San Buenaventura, Tumupasa y San José de Uchupiamonas, limita al Norte con la jurisdicción de Ixiamas, al Este y Sur con la provincia Franz Tamayo; al Oeste con el departamento de Beni, abarcando una superficie de 3.748 (Km^2), en las coordenadas 8403774 de latitud Sur y 657897 longitud Oeste, sistema satelital elipsoide WGS – 84, proyección UTM, zona 19L, (Centro de Capacitación para el Desarrollo [CECAD], 2016, pág. 3)

Objetivo de la investigación.

Determinar la viabilidad técnica económica de un banco de germoplasma como base para el biocomercio de especies amazónicas que incrementen el potencial productivo del municipio de San Buenaventura.

Banco de Germoplasma.

Los bancos de germoplasma son centros de conservación de material biológico por excelencia distribuidos mundialmente, cuyo objetivo principal es preservar la biodiversidad de especies. Son garantes del rescate y conservación de especies alimentarias, importantes económicamente y características de cada región. Los bancos de germoplasma han sido creados a nivel internacional con el fin de proteger variedades nativas y especies silvestres, además de garantizar la conservación de la biodiversidad y satisfacer las necesidades de la comunidad científica y de los agricultores. (Nieves, Vega, Villanueva, & Henríquez, 2019)

Conservación de semillas en un Banco de Germoplasma.

La conservación de semillas en bancos de germoplasma se usa con mayor frecuencia para plantas que producen semillas ortodoxas. Todas las semillas difieren en su tolerancia a la desecación que sigue tras su diseminación. Las semillas se pueden clasificar en ortodoxas, recalcitrantes e intermedias. Las semillas ortodoxas toleran una deshidratación hasta de 5 (%) en el contenido de humedad, las semillas que toleran la deshidratación entre 10 (%) y 12,5 (%) de contenido de humedad se consideran intermedias y las que toleran la deshidratación entre 15 (%) y 50 (%) de humedad se denominan recalcitrantes. Un banco de germoplasma conserva las semillas en: Banco de Semillas para semillas ortodoxas, Bancos de Campo para semillas recalcitrantes. (Magnitskiy & Plaza, 2007)

Biocomercio.

El concepto de Biocomercio fue acuñado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. Definiéndolo como el conjunto de actividades de

recolección, producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (recursos genéticos, especies y ecosistemas), desarrolladas de conformidad con criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. (Ministerio del Ambiente, 2014, pág. 19)

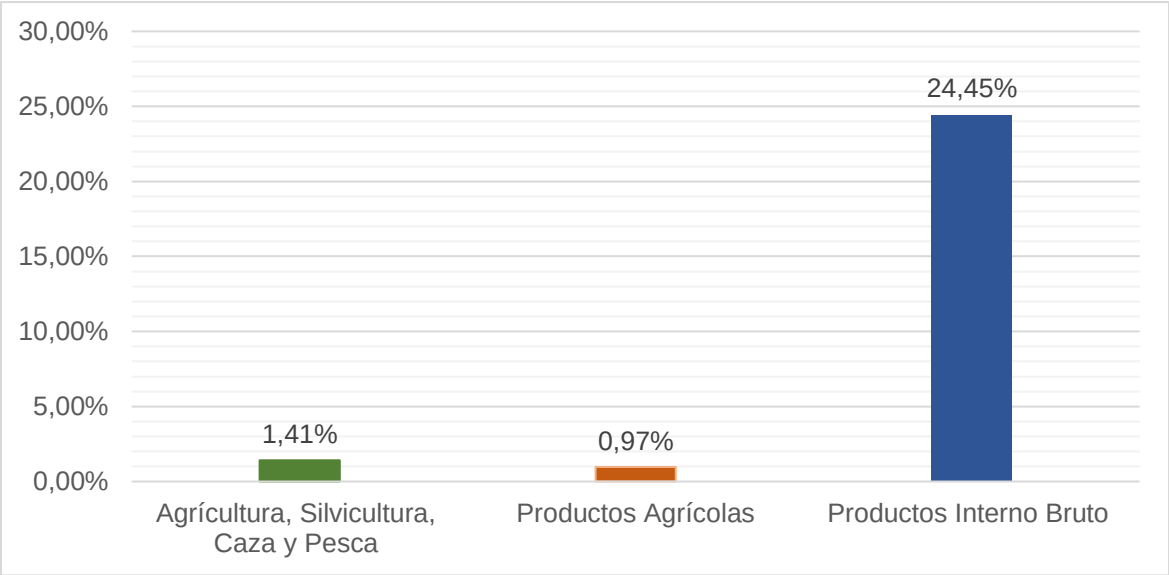
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

El polo de desarrollo establecido en el norte del departamento de La Paz, plantea el uso intensivo de los suelos. Es de vital importancia, por tanto, el desarrollo de una gestión empresarial eficiente, que tome en cuenta el impacto de estas nuevas políticas económicas, en pos del desarrollo, en armonía con el medio ambiente, que garantice la productividad, competitividad y sostenibilidad productiva de la región, conservando el hábitat de innumerables especies amazónicas.

Incidencia del PIB de La Paz.

Realizando un análisis a los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística, respecto a la actividad económica de agricultura, silvicultura, caza y pesca, se muestra la incidencia del producto interno bruto del departamento de La Paz, en relación al producto interno bruto del país, mostrando la incidencia de la agricultura, silvicultura, caza y pesca, además la incidencia del grupo de productos agrícolas tomando en cuenta a los productos agrícolas no industriales e industriales.

Gráfico 1. Incidencia del PIB La Paz según Actividad Económica 2011 – 2020(p), (%)



Fuente: Elaboración con base en datos del INE.

El departamento de La Paz ha sostenido una relativa estabilidad en los últimos 10 años en cuanto al aporte de su Producto Interno Bruto, manteniendo en promedio un 24,45 (%) respecto al nacional, la actividad económica de la Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca ha tenido en promedio un aporte del 1,41 (%) y el grupo de los Productos Agrícolas No Industriales e Industriales en promedio tuvo un aporte del 0,97 (%), no teniendo una mayor relevancia.

Caracterización y selección de especies amazónicas.

El Instituto Nacional de Estadísticas clasifica a la agricultura como una actividad económica del sector primario, las divide en siete grupos importantes desagregada por producto y grupos de cultivo, los cuales son: Cereales, Estimulantes, Frutales, Hortalizas, Oleaginosas e Industriales, Tubérculos y Raíces y por último Forrajes, mismos que se producen de acuerdo a las características de cada región y piso ecológico.

Para la selección de especies dentro el estudio, se recurre a la producción registrada por año agrícola del departamento de La Paz, registradas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Analizando en una primera etapa el pH del suelo requerido por cada cultivo, de manera de que esta variable permita identificar a los productos por Eco región (AMAZÓNICO, ANDINO y SUBANDINO), para proceder

a un siguiente análisis, seleccionando de esta manera a aquellos productos que fructifican en la región norte AMAZÓNICA del departamento de La Paz.

Las condiciones de producción en la zona son altamente favorables para la producción. La topografía en la cual se sitúa el municipio de San Buenaventura distingue a una de las regiones del país más peculiares con montañas y ríos fascinantes propios del lugar, con un pH del suelo de 5,38 que representa un suelo acido, una textura franco arenoso, franco arcilloso y franco, una temperatura media de 27 (°C), una precipitación pluvial de 1.352 (mm) y una altura sobre el nivel del mar de 200 (msnm), mostrando una relativa fragilidad, sin embargo, bajo un manejo adecuado su productividad puede propiciar interesantes retornos económicos.

Tabla 1. Selección de Especies Amazónicas

Descripción	pH Suelo		Ecorregión	Descripción	pH Suelo		Ecorregión
Cereales				Ajo	6,00	7,50	SUBANDINO
Arroz con cáscara	5,00	6,50	AMAZONICO	Arveja	6,50	7,50	SUBANDINO
Avena	5,00	7,50	ANDINO	Betarraga	6,50	7,50	SUBANDINO
Cañahua	4,80	8,50	ANDINO	Cebolla	6,00	7,50	SUBANDINO
Cebada en grano	6,50	8,00	SUBANDINO	Coliflor	6,00	7,20	SUBANDINO
Centeno	6,10	7,10	SUBANDINO	Frijol/poroto (1)	7,00	8,00	SUBANDINO
Maíz en grano (1)	5,40	6,80	AMAZONICO	Garbanzo	6,00	7,50	SUBANDINO
Quinua	4,50	9,00	ANDINO	Haba	7,30	8,20	ANDINO
Sorgo en grano (1)	6,20	7,80	SUBANDINO	Lechuga	6,70	7,40	SUB-ANDINO
Trigo (1)	5,50	7,50	ANDINO	Locoto	6,50	7,00	AMAZONICO
Estimulantes				Maíz choclo	6,00	7,20	SUB-ANDINO
Cacao	5,50	7,00	AMAZONICO	Pepino	5,50	7,00	AMAZONICO
Café	5,20	6,30	AMAZONICO	Rábano	6,10	7,40	SUBANDINO
Té	4,50	5,50	AMAZONICO	Repollo	6,00	7,50	SUBANDINO
Frutales				Tomate	5,50	7,00	AMAZONICO
Banano	4,50	6,50	AMAZONICO	Vainitas	6,50	7,50	SUBANDINO
Ciruelo	6,00	7,30	SUBANDINO	Zanahoria	6,50	7,50	SUBANDINO
Chirimoya	6,00	7,50	SUBANDINO	Zapallo	6,00	7,50	SUBANDINO
Durazno	6,50	7,20	SUBANDINO	**Oleaginosas e Industriales**			
Frutilla	6,00	7,10	SUBANDINO	Achiote (urucú)	5,80	7,00	AMAZONICO
Guinda	6,00	7,70	SUBANDINO	Algodón	5,00	6,20	AMAZONICO
Higo	6,00	8,00	SUBANDINO	Caña de	5,50	6,50	AMAZONICO
Lima	5,50	7,00	AMAZONICO	Girasol (1)	6,00	7,00	AMAZONICO
Limón	5,50	7,00	AMAZONICO	Maní	5,50	6,00	AMAZONICO
Mandarina	5,50	7,00	AMAZONICO	Sésamo	6,30	7,10	SUBANDINO

Manga	5,50	7,00	AMAZONICO	Soya (1)	6,10	7,20	SUBANDINO
Manzana	6,50	7,50	SUBANDINO	Tabaco	5,50	7,50	ANDINO
Membrillo	5,60	7,20	ANDINO	**Tubérculos y Raíces**			
Naranja	5,50	7,00	AMAZONICO	Camote	5,50	6,00	AMAZONICO
Palta	5,30	6,60	AMAZONICO	Hualuza	5,80	7,00	AMAZONICO
Papaya	5,50	6,50	AMAZONICO	Oca	5,00	8,50	ANDINO
Pera	6,50	7,50	SUBANDINO	Papa	4,50	8,50	ANDINO
Piña	5,50	6,20	AMAZONICO	Papaliza	6,80	8,50	ANDINO
Plátano	4,50	6,50	AMAZONICO	Racacha	6,30	7,10	SUB-ANDINO
Pomelo/toronja	5,50	7,00	AMAZONICO	Yuca	6,00	7,00	AMAZONICO
Sandia	5,50	6,80	AMAZONICO	**Forrajes**			
Tuna	6,50	7,50	SUBANDINO	Alfalfa	6,00	7,50	SUBANDINO
Uva	6,00	8,00	SUBANDINO	Avena berza	5,00	7,50	ANDINO
Hortalizas				Cebada berza	6,50	8,00	SUBANDINO
Ají	5,50	7,00	AMAZONICO				

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

Especies Amazónicas seleccionadas.

Verificada las especies que fructifican en la región norte del departamento de La Paz y en específico en el municipio de San Buenaventura, se procede a seleccionar a los productos que serán parte del proyecto, tomando en cuenta para su análisis las siguientes variables; Ciclo Fenológico (meses), Rendimiento Agrícola (TM/Has), Precio de Mercado (Bs/TM), Tipo de Cultivo (Rotatorio o Perenne), Vida en Almacenes (Perecedero o No Perecedero) y Tipo de Semilla, variables que nos permitirán manejar de forma óptima la extensión del territorio del Banco de Germoplasma.

Se considera también la normativa que impulsa el aprovechamiento de los recursos naturales provenientes del norte amazónico del departamento de La Paz. La Ley N° 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, considera la producción de Arroz y Maíz. También se toma en cuenta el Decreto Supremo N° 4008 que crea el Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Recolección de Cacao y El Programa de Apoyo y Recolección de Frutos Amazónicos entre los que destaca Copoazu y Asaí.

Tabla 2. Especies Amazónicas Seleccionadas en el Banco de Germoplasma

Producto	Ciclo Fenológico (Meses)	Rendimiento Agrícola (TM/Has)	Precio Mercado (Bs/TM)	Tipo de Cultivo	Vida en Almacén	Tipo de Semilla
Cereales						
Arroz con cáscara	6	2,82	8.000	Rotatorio	No Perecedero	Ortodoxa
Maíz en grano	8	2,35	10.430	Rotatorio	No Perecedero	Ortodoxa
Estimulantes						
Cacao en grano	36	0,57	20.900	Perenne	No Perecedero	Recalcitrante
Frutas						
Asaí	36	2,20	20.000	Perenne	Perecedero	Recalcitrante
Copoazú	36	0,31	25.000	Perenne	Perecedero	Recalcitrante

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

De acuerdo al análisis realizado, se determina que el proyecto debe trabajar con tres grupos de alimentos, Cereales donde destacan el Arroz con cáscara, Maíz en grano. Estimulantes donde encontramos al Cacao en grano. En el grupo de las Frutas se tiene al Asaí y Copoazú.

Caracterización fisiológica de semillas ortodoxas.

Las semillas de arroz y maíz, son consideradas ortodoxas, por tolerar una deshidratación, en condiciones de temperatura y humedad controladas pueden ser almacenadas en un banco de germoplasma.

Tabla 3. Características Fisiológicas de las Semillas de Arroz

Producto	Características Especificas	
Arroz con cáscara	130 (kg semilla/hectárea)	1.850 (kg arroz con cascara/hectárea)
	0,8 (Tasa de germinación)	14,24 (kg arroz con cascara/kg de semilla)
	130 (kg accesiones)	11,39 (kg arroz con cascara/kg de semilla)

Fuente: Elaboración con base en datos de Prácticas de Laboratorio.

Tabla 4. Características Fisiológicas de las Semillas de Maíz

Producto	Características Especificas	
Maíz en grano	40 (kg semilla/hectárea)	1.217 (kg maíz en grano/hectárea)
	0,8 (Tasa de germinación)	30,45 (kg maíz en grano/kg de semilla)
	40 (kg accesiones)	0,8 (Tasa de recolección de semillas)
		19,49 (kg maíz en grano/kg de semilla)

Fuente: Elaboración con base en datos de Prácticas de Laboratorio.

Caracterización fisiológica de semillas recalcitrantes.

Las semillas recalcitrantes como las del Cacao, Copoazú y Asaí no toleran bajos niveles de desecación. El estudio contempla su conservación genética in situ, en Bancos de Campo que permita su distribución y procesamiento, de acuerdo a sus características.

Tabla 5. Características Fisiológicas de las Semillas de Cacao

Producto	Características Especificas	
Cacao	0,37 (kilogramos/mazorca)	10 (Mazorcas/planta)
	0,73 (porcentaje masa de cascara)	3,04 (kg cacao seco/planta)
	0,02 (porcentaje masa de pulpa)	0,5 (Tasa de recolección de semillas)
	0,19 (porcentaje masa de semilla)	0,85 (Tasa de germinación)
	0,07 (kg de semilla/mazorca)	29,75 (g semilla germinada/mazorca)
	70 (g de semilla/mazorca)	7 (semillas/mazorca)
	4,20 (gramos/semilla)	19,31 (semillas/kilogramo)
	32,49 (semillas/mazorca)	400 (plantas/hectárea)
	112,41 (mazorcas/planta)	

Fuente: Elaboración con base en datos de Prácticas de Laboratorio.

Tabla 6. Características Fisiológicas de las Semillas de Copoazú

Producto	Características Especificas	
Copoazú	1,15 (kilogramos/mazorca)	276 (gramos semilla/mazorca)
	20 (mazorcas/planta)	50 (semillas/mazorca)
	5 (mazorcas/planta)	20 (mazorcas/planta)
	6 (kilogramos/planta)	5,5 (gramos/semilla)
	0,44 (porcentaje masa de cascara)	0,85 (Tasa de germinación)
	0,32 (porcentaje masa de pulpa)	21,33 (semillas/mazorca)
	0,24 (porcentaje masa de semilla)	18,55 (semillas/kilogramo)
	0,5 (Tasa de recolección de semillas)	400 (plantas/hectárea)
	0,276 (kilogramos semilla/mazorca)	

Fuente: Elaboración con base en datos de Prácticas de Laboratorio.

Tabla 7. Características Fisiológicas de las Semillas de Asaí

Producto	Características Especificas		
Asaí	1 (Racimos/planta)	2.125	(semillas/racimo)
	6 (kilogramos/racimo)	400	(plantas/hectárea)
	0,56 porcentaje de semillas	636,94	(número semillas/kg semilla)
	2.125 (semillas/racimo)	0,25	(Tasa de recolección de semillas)
	1,57 (gramos/semilla)	0,85	(Tasa de germinación)
	3.336,25 (gramos/racimo)	451,56	(semillas/racimo)

	3,34 (Kg semilla/racimo)	135,35 (semillas/kg fruta)
	3,34 (Kg semilla/planta)	0,2125 (Kg semilla/kg fruta)
	3.336,25 (gramos/planta)	

Fuente: Elaboración con base en datos de Prácticas de Laboratorio.

Extensión de suelo utilizada por el Banco de Germoplasma.

De acuerdo al análisis realizado a la estructura de uso de suelos del Municipio de San Buenaventura, se tiene una superficie total de 374.800(Has) de los cuales se tiene un uso del suelo para la agricultura de 17.489(Has) que representa el 5(%), para la producción pecuaria ganadera se tiene 4.627(Has) que representa el 1(%), en la producción forestal se tiene 24.465(Has) que representa el 7(%), el suelo no agrícola tiene 19.141(Has) que representa el 5(%) y finalmente el bosque tiene una superficie de 309.078(Has) que representa el 82(%).

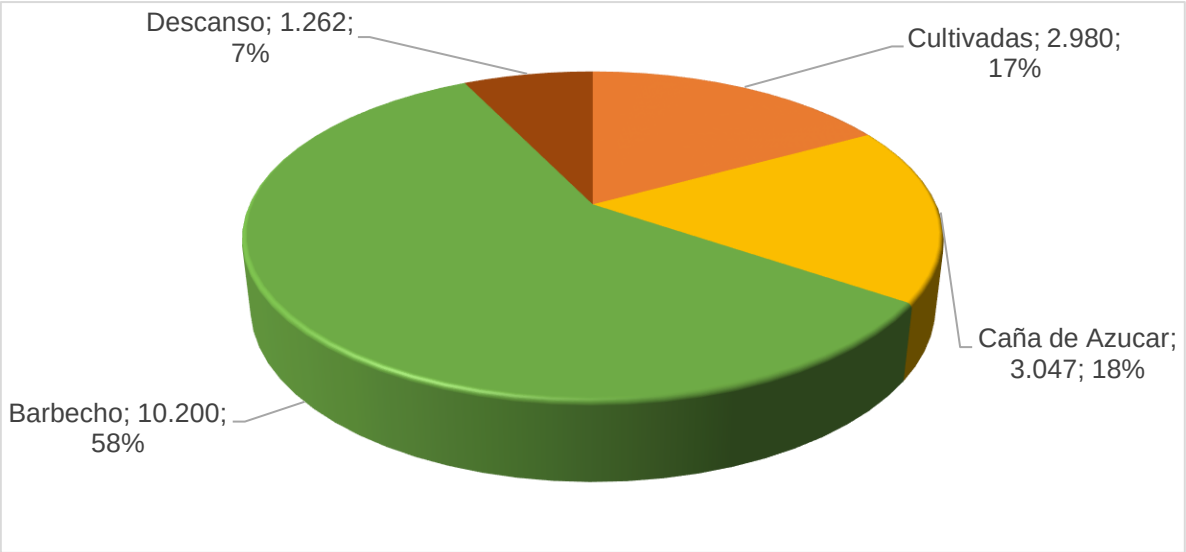
Tabla 8. Uso de Suelos en el Municipio de San Buenaventura

Descripción	Superficie Parcial (Has)	Superficie Total (Has)	Porcentaje de Uso (%)
Agrícola		17.489	4,67
Cultivadas	2.980		
Cultivo de Caña	3.047		
Barbecho	10.200		
Descanso	1.262		
Ganadera		4.627	1,23
Forestal		24.465	6,53
No Agrícola		19.141	5,11
Bosque		309.078	82,46
Total		**374.800**	

Fuente: Elaboración con base en datos del PTDI – GAM San Buenaventura.

El suelo que es utilizado para la producción agrícola se subdivide en; superficie cultiva que tiene 2.980(Has) que representa el 17(%), superficie destinada para el cultivo de caña de azúcar con 3.047(Has) que representa el 18(%), barbecho que tiene una superficie de 10.200(Has) que representa 58(%) y tierras de descanso que tiene 1.262(Has) representa el 7(%).

Gráfico 2. Superficie Agrícola Utilizada en San Buenaventura, (Has)



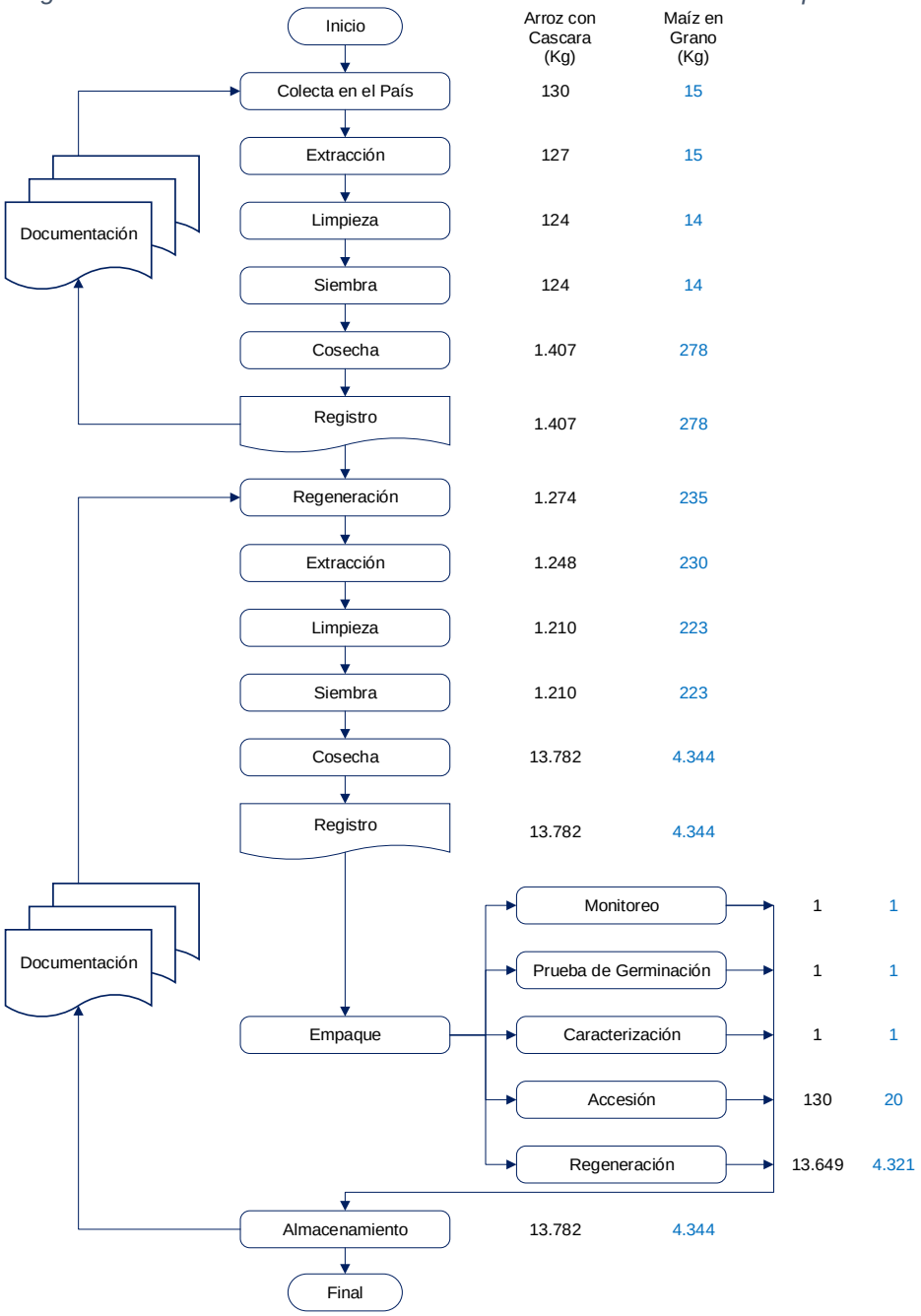
Fuente: Elaboración con base en datos del PTDI – GAM San Buenaventura.

De acuerdo a lo analizado y el uso de suelos del municipio de San Buenaventura, se define el tamaño que abarcara el estudio, teniendo una superficie de 11.462(Has) limitados por el suelo en descanso y barbechos.

Producción de material genético.

Se procede a analizar las condiciones y reglamento de conservación de germoplasma y de se propone un esquema que garantiza la conservación del material genético tanto de la semilla ortodoxa y de la recalcitrante.

Diagrama 1. Producción de Material Genético en el Banco de Germoplasma



Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

Tabla 9. Producción del Banco de Germoplasma de Semillas Ortodoxas

Productos	Cantidad (Kg)	Rendimiento	Producción (Kg)	Superficie (Has)	Monitoreo (Kg)
Arroz con cáscara	130,00	11,39	1.406,66	1,00	1,00
Maíz en grano	15,00	19,49	277,68	0,38	1,00
Productos	**Accesión (Kg)**	**Regeneración (Kg)**	**Superficie (Has)**	**Producción (Kg)**	**Superficie (Has)**
Arroz con cáscara	130,00	1.273,66	9,80	13.648,64	104,99
Maíz en grano	40,00	234,68	5,87	4.321,33	108,03

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

Tabla 10. Producción del Banco de Germoplasma se Semillas Recalcitrantes

Productos	Cantidad (Kg)	Rendimiento	Producción (Kg)	Monitoreo (Kg)	Pruebas Germ. (Kg)
Cacao	6.500,00	19,31	527,11	1,00	1,00
Copoazú	6.800,00	18,55	693,60	1,00	1,00
Asaí	1.000,00	135,35	212,50	1,00	1,00
Productos	**Distribución**	**N° Plantines**	**Superficie (Has)**	**Superficie en el BG (Has)**	**N° Plantines BG**
Cacao	504,11	117.892,48	294,73	5,33	2.133
Copoazú	665,60	118.884,85	297,21	5,33	2.133
Asaí	204,50	128.121,44	320,30	5,33	2.133

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

3. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

La evaluación de resultados esta en función de los ingresos que tiene el Banco de Germoplasma, por el mandato que este pregona, acerca de la distribución del gen vegetal, además de los subproductos generados, mismo que hace sostenible su funcionamiento.

Tabla 11. Ingresos del Proyecto

Productos	Precio (Bs)
Semilla de Arroz	8,00 (Bs/Kg)
Semilla de Maíz	16,75 (Bs/Kg)
Plantines de Cacao	7,70 (Bs/Unidad)
Plantines de Copoazú	7,70 (Bs/Unidad)
Plantines de Asaí	7,70 (Bs/Unidad)
Cacao en grano	20,90 (Bs/Kg)
Pulpa de Copoazú	25,00 (Bs/Kg)
Pulpa de Asaí	20,00 (Bs/Kg)

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

Tabla 12. Inversiones y Costos del Proyecto

Ítems	Inversión y Costos (Bs)
Inversión en Infraestructura y Terreno	2.280.000
Inversión Maquinaria y Equipo del Banco de Germoplasma	1.257.000
Inversión Maquinaria y Equipo Producción Semilla Ortodoxa	1.562.400
Inversión Maquinaria y Equipo Producción Semilla Recalcitrante	199.080
Inversión Muebles y Enseres	106.700
Inversión en Equipos de Computación	80.000
Inversión en Vehículos	945.000
Inversión en Activos Diferidos	206.070
Inversión en Capital de Trabajo	1.249.609
Costos de mano de Obra y Comercialización	1.075.841
Costos de Insumos	839.637

Fuente: Elaboración con base en datos del Estudio.

Realizando el análisis económico financiero para un horizonte temporal de 10 años, de acuerdo a una programación de la producción establecida, se tiene que la inversión total es de 7.885.859 (Bs) y si este es financiado se requiere 6.308.387 (Bs) llegando a tener para un proyecto sin financiamiento un VAN de 1.341.399 (Bs) y una TIR del 13(%) y un proyecto con financiamiento con un VAN de 1.320.553 (Bs) y una TIR del 22(%) lo que hace viable el establecimiento de un banco de germoplasma de especies amazónicas para el biocomercio en el municipio de San Buenaventura.

4. CONCLUSIONES.

Las condiciones edafoclimáticas del municipio de San Buenaventura hacen que se pueda plantear proyectos con una mayor cantidad de especies, pero analizando las características fisiológicas en una primera etapa se selecciona aquellas que son ortodoxas (Arroz y Maíz) que representan mayor uso de suelos por ser cultivos rotatorios y recalcitrantes (Cacao, Copoazú y Asaí) que por ser perenes se puede limitar el uso de suelos.

Este potencial debe ser aprovechado de manera sostenible para incrementar la producción agrícola que actualmente tiene una participación en el PIB nacional de 0,97(%), por tanto, el de acuerdo a las características edafoclimáticas se plantea el

establecimiento de un banco de germoplasma, evitando la deforestación y promoviendo el biocomercio a una mayor escala.

En este contexto el estudio plantea para los beneficiarios el uso de 11.462 (Has) que corresponde a suelos como tierras en descanso y barbechos, con una superficie anual a intervenir de 1.146 (Has), donde anualmente bajo el esquema de las cinco especies seleccionas en un horizonte de 10 años se utilizan: 105 (Has) para el cultivo de Arroz, 108 (Has) para el cultivo de Maíz, 295 (Has) para el cultivo de Cacao, 297 (Has) para el cultivo de Copoazú y 350 (Has) para el cultivo de Asaí.

5. REFERENCIAS.

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2011). *El Segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo.* Roma, Italia: FAO Fiat Panis.

Centro de Capacitación para el Desarrollo [CECAD]. (2016). *Plan Territorial de Desarrollo Integral.* San Buenaventura, Bolivia: CECAD.

Estado Plurinacional de Bolivia . (2013). *Ley de Apoyo a la Producción de Alimentos .* La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial .

Estado Plurinacional de Bolivia. (2009). *Constitución Politica del Estado.* La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial.

Garcia , K., & Urioste, A. (2013). *Aprovechamiento Sostenible de los Frutos de Asaí en en Bajo Paragua, Comunidad Porvenir.* Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Fundación Amigos de la Naturaleza.

Ministerio de Planificación del Desarrollo [MPD]. (2015). *Reglamento Básico de Preinversión.* La Paz Bolivia: Ministerio de Planificación del Desarrollo. Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo.

Rao, K. N., Hanson, J., Dulloo, E. M., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el Menejo de Semillas en Bancos de Germoplasma.* Roma, Italia: Bioversity International.

UNCTAD Biotrade. (2007). *Principios y Criterios de Biocomercio.* Nueva York y Ginebra: United Nations, Geneva.

Todos los Derechos Reservados
Carrea de Ingeniería Industrial, Noviembre - 2023
La Paz - Bolivia

Carrera de Ingeniería Industrial
Acreditada al Sistema ARCU-SUR, del MERCOSUR Educatívo

Carrera de Ingeniería Industrial
Unidad Académica Acreditada
Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175
Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingenieria
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402

Campus Universitario - Cota Cota, calle 30

Web: industrial.umsa.bo
Email: ingindustrial@umsa.bo
revistaindustrial4.0@umsa.bo

industrial.umsa.bo / iiifi.umsa.bo / inuisiso.umsa.bo / iniam.umsa.bo

Carrera de Ingeniería Industrial
85 Años Formando Profesionales Exitosos

Bodas de Marmol

85

Años