

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es originaria de Nueva Guinea. Los antiguos navegantes la llevaron a India, desde donde se extendió a China y a otras regiones de Oriente. Esto sucedió alrededor del año 4,500 a. C.

Mucho tiempo después, en el año 642 a. C. los persas invadieron la India, de la que adoptaron el cultivo de la caña. Por el año 510 a.C. los soldados del rey persa Darío se referían a ella como esa caña que da miel sin necesidad de abejas.

Su cultivo se siguió extendiendo: en el siglo VII d. C. los árabes conquistaron lo que fue Persia y, tan aficionados al dulce, llevaron el azúcar a otro de sus territorios conquistados: el norte de África y fue ahí donde los químicos egipcios perfeccionaron su procesamiento y la empezaron a refinar.

Desde la primera mitad del siglo XVI, cuando se iniciaron los cultivos de la caña de azúcar llegó a Europa en la Edad Media, donde se usó para condimentar toda clase de alimentos. Los boticarios la utilizaron en la preparación de pócimas y medicinas, además, la recomendaban para curar toda clase de males, incluido el mal de amor.

Con el descubrimiento de América llegó el cultivo a nuestro continente y se expandió por todas las zonas cálidas. Su producción comenzó a cobrar importancia y se empezó a exportar a Europa.

América, su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de un edulcorante de elevado contenido energético, el azúcar, se ha realizado de manera ininterrumpida y cubriendo grandes espacios a lo largo y ancho del Nuevo Continente. De igual modo, el posterior desarrollo que la agroindustria del dulce llegó a alcanzar en varios de los países del área (los antillanos) la convirtió en un sector determinante de sus economías nacionales, mientras que en otros desempeñó una función complementaria de suma importancia (Brasil, Colombia, Perú o México), incluso de la misma relevancia en los casos de algunas de sus regiones.

La caña de azúcar en nuestro país se cultiva a nivel industrial principalmente en el área integrada del Norte del departamento de Santa Cruz y en la localidad de Bermejo

(Departamento de Tarija), por sus condiciones climáticas y características agroecológicas.

Según (ENA 2008), la superficie cultivada de caña de azúcar en Bolivia en la gestión 2007-2008, fue aproximadamente 150,663 hectáreas, el gran incremento de la superficie del cultivo de la caña de azúcar para la zafra 2007, es debido a la demanda mundial de azúcar y alcohol; sin embargo, el índice de cultivo no va a la par con el rendimiento promedio, ya que se encuentra sobrepasando apenas los 49.385 kg/ha en el departamento de Santa Cruz, y 54.605 kg/ha en Tarija, considerado entre los más bajos a nivel de Latinoamérica.

Las necesidades nutricionales de cualquier cañaveral están determinadas por la cantidad total de nutrientes que necesita extraer del suelo durante su crecimiento y desarrollo para lograr una elevada producción. La caña de azúcar posee altos requerimientos nutricionales debido a su elevada capacidad de producción de material vegetal (tallos molibles, follaje, cepa y raíces) y la prolongada duración de su ciclo, razón por la cual efectúa una elevada extracción de nutrientes del suelo que puede alcanzar niveles de 800-1500 kg/ha/año de nutrientes, destacándose por su cantidad algunos macronutrientes.

Según el Centro de Investigación y Mejoramiento de la Caña de Azúcar (CIMCA 1981), el cultivo de la caña de azúcar en la zona de Bermejo, en un principio, es decir, cuando se comenzaron a hacer las primeras plantaciones, los suelos tenían, sin duda, altos niveles de materia orgánica como así también de Nitrógeno, fosforo y potasio, sin embargo, en la actualidad al parecer la fertilidad ha bajado notablemente, y los rendimientos de las zonas de porcelana bajo de 160 o más T ha-1 han bajado alrededor de 60 T ha-1 , a pesar de haber incursionado con el cultivo de leguminosas como el Dolichoslablab, mucuna y otros, como una alternativa esporádica de devolver la materia orgánica a los suelos en cultivo de caña, estos, carecen de la presencia e importancia que significa contar con ese elemento importante en toda producción agrícola quizás porque fue una práctica esporádica o única.

La fertilización tanto al inicio como durante la vida del cañaveral no fue realizada de manera continua a través del tiempo de vida de los suelos o cañaverales establecidos, a pesar de que en los años 1981 -1982 después de una clasificación y análisis de suelos de toda el área por parte del (CIMCA 1981), Centro de Investigación y Mejoramiento de la Caña de Azúcar.

Por esta razón, los cañaverales exigen la ejecución de un programa adecuado de fertilización, capaz de restituir al suelo lo extraído por el cultivo, especialmente lo que se pierde a través de la materia prima que es cosechada y procesada en el ingenio.

De los numerosos nutrientes necesarios para un crecimiento y desarrollo adecuado de la caña de azúcar, está comprobado tanto en Tucumán como en todas las áreas cañeras del mundo, que el más importante en cuanto a respuesta del cultivo es el N. Sin embargo, en Tucumán, la Est. Exp. Obispo Colombres (EEAOC) ha encontrado que algunos suelos podrían también requerir aportes de fósforo y a veces de potasio. Por esta razón, se recomienda realizar análisis de suelo para que, junto al registro de la producción de años anteriores, se optimice la elección del o de los nutrientes a agregar y en qué cantidades.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso productivo del cultivo de la caña de azúcar actualmente refleja una baja productividad teniendo un promedio de 48 toneladas por hectárea, con la finalidad de obtener altos niveles de rentabilidad ante otros productos que compiten en el mercado nacional e internacional con el azúcar de caña. Poder contar con una buena base teórica que garantice la realización de la fertilización química del cultivo, en la forma y el momento adecuado, que produzcan los mejores resultados económicos, considerando las necesidades del cultivo, los contenidos en el suelo y los niveles productivos deseados, constituye una buena alternativa para lograr una producción eficiente y competitiva de la caña y el azúcar, que permita incrementar el rendimiento promedio actual (Instituto Nacional de Estadística, 2013),

El cultivo continuado de la caña de azúcar en los suelos de la región ha originado que estos, paulatinamente han ido perdiendo sus potencialidades productivas y cada vez se hace más importante el suministro de fertilizantes de diferentes tipos para suplir las necesidades en el cultivo de caña.

En la región de Bermejo, el cultivo de la caña de azúcar es una actividad económica relevante, así mismo se presenta el siguiente planteamiento del problema:

¿Cuál es la aplicación de fertilización de caña de azúcar que realizan los productores de tres comunidades del municipio de Bermejo a través de encuestas con el propósito de promover nuevas prácticas de fertilización con información fidedigna?

JUSTIFICACIÓN

En el municipio de Bermejo, específicamente zonas cañeras del área rural se presenta una baja producción de caña de azúcar, desde la gestión 2017 en promedio más del 35 por ciento, de lo que antes se producía caña, migró al cultivo de papa, maíz y últimamente soya en las comunidades: Porcelana, Campo Grande y La Talita y otras cercanas al río Bermejo y río Tarija. La baja productividad se da por los cambios climáticos, la baja fertilidad de los suelos, a esto se suma un manejo inadecuado de los terrenos y la falta de fertilización requerida y riego oportuno a los cañales en la actualidad la producción de caña de azúcar bajo a 210.000 Tn. (El País, 2020)

En general, la realización de esta investigación puede tener un impacto positivo en la producción agrícola y en la sociedad local, así mismo se presenta las siguientes justificaciones:

Contribución a la agricultura: El cultivo de caña de azúcar es una actividad económica importante en la región de Bermejo y su estudio puede contribuir a mejorar la producción y productividad agrícola en la zona.

Beneficio para los agricultores: La aplicación de fertilizantes puede mejorar la calidad y cantidad de la producción de caña de azúcar, lo que se traduce en un aumento

en los ingresos de los agricultores en las tres comunidades del municipio de Bermejo, mejorando su calidad de vida y la de sus familias.

Necesidad de información: Actualmente no existen muchos estudios sobre la aplicación de fertilizantes en la producción de caña de azúcar en Bermejo. Por lo tanto, esta investigación permitirá obtener información valiosa para el desarrollo de nuevas prácticas agrícolas más sostenibles y productivas.

HIPÓTESIS

La aplicación adecuada de fertilizantes en la caña de azúcar en las comunidades de la Talita, Campo Grande y Porcelana del municipio de Bermejo puede mejorar la productividad de la cosecha de la caña de azúcar.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la aplicación de fertilización de caña de azúcar que realizan los productores de tres comunidades del municipio de Bermejo a través de encuestas, con el propósito de promover nuevas prácticas de fertilización, con información fidedigna.

Objetivos Específicos

- Tener una base de datos de envergadura que muestre el trabajo que se realizara para los productores de caña de azúcar en el municipio de Bermejo.
- Determinar los principales factores que impiden una correcta fertilización en el cultivo de la caña de azúcar.
- Realizar una valoración en las épocas de aplicación de fertilizantes en el cultivo de caña de azúcar.
- Proponer estrategias en función de los resultados obtenidos para una mejor fertilización del suelo con el fin de mejorar la producción de la caña de azúcar.

- Determinar el Beneficio/Costo en la producción de caña de azúcar con fertilizante químico y sin fertilizante, con el fin de evaluar la rentabilidad de la práctica y promover la adopción de fertilización sostenible en Bermejo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

No se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar, se han propuesto muchas teorías al respecto; sin embargo, se considera que el centro de origen del género *Saccharum*, es la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas por encontrarse ahí el mayor número de especies, (Ruiz, 1995, p. 3).

Mientras que (Pérez & Pratt, 1997, p. 1), Cuando Alejandro el Grande invadió la India en el año de 327 a de J.C. sus escribas anotaron que los habitantes “mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ninguna ayuda de las abejas”. La caña de azúcar llegó a Persia y después a Egipto a través de las invasiones árabes. El uso del azúcar se difundió en Europa por extensión del cultivo de caña en región del Mediterráneo. Cristóbal Colón en su segundo viaje a América llevo algunos trozos de caña de azúcar, sembró por primera vez en Santo Domingo. Ya en el siglo XVI el azúcar era artículo importante de comercio entre Europa y las regiones productoras del Brasil, Cuba y México.

1.1.1. Distribución Geográfica del Cultivo de la Caña de Azúcar

Fauconnier y Bassereau (1975), menciona que el cultivo de la caña de azúcar está distribuido en el mundo a lo largo de las fajas de ambos trópicos, extendiéndose en muchos países en aéreas subtropicales, ya que solo se ve limitado por la altura y el frio; según esto, se puede señalar como límite Norte: la Isla de Madera, el Sud Este de España, el Alto Egipto, el Sur de Irán, Paquistán, la India de Ganges, la China del Sur, Formosa. La Isla Japonesa de Riu – Kiu, las Islas de Hawái, México y el Sur de Luisiana y de Florida. El límite Sur: comprende; la Provincia de Natal en África del Sur, Madagascar, las Islas Fiji, la costa peruana, la Provincia de Tucumán en Argentina, y el Norte del Estado de Paraná en Brasil.

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La caña de azúcar fue clasificada por Lineo en 1753, como *Sacharum officinarum* L. La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente: (Perafán, 2002).

Tabla 1. Taxonomía de la caña de azúcar

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Orden	Commelinales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	<i>Saccharum</i>
Nombre científico	<i>Saccharum officinarum</i>
Nombre común	Caña de azúcar

Fuente: Perafan 2002.

Morfológicamente se caracteriza por presentar macollos, que son brotes secundarios que se forman a partir de las yemas axilares, ubicadas en los nudos del eje principal. Se propaga en forma asexual por medio de trozos o esquejes que contienen las yemas, donde cada una puede desarrollarse en un tallo primario, que a su vez forma tallos secundarios y terciarios.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es gramínea tropical, pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar (Alexander 1973). La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis (Rúales, 2009).

La raíz de la caña es de forma fibrosa, como una densa cabellera. La función principal del sistema radical es la de absorción de agua y sales minerales, para proporcionar

anclaje y para almacenar materiales de reserva (Subiros, 1995). Morfológicamente en la caña de azúcar se distinguen dos tipos de raíces bien definidas; las que se denominan raíces del tallo (o caña semilla) y las raíces del brote. Las primeras tienen origen en los primordios radiculares, presentan las características típicas de las raíces fibrosas de las gramíneas. En cambio, las raíces del brote son gruesas y blanquecinas y de menos abundancia que las anteriores. (Fogliata, 1995).

Fogliata (1995), describe el tallo de la caña de azúcar así de esta manera: Los entrenudos están cubiertos de una fina capa de cera, que botánicamente son vírgulas ceras en forma de pequeños bastoncitos. Los entrenudos son lisos, pero en muchos casos presentan distintos tipos de rajaduras, algunas, superficiales y otras, profundas que tienen origen diferente. Se propaga asexualmente partiendo de las brotaciones de las yemas que contiene el tallo, denominado en su conjunto “caña semilla”, que botánicamente se denomina fitómero. El tallo está compuesto por un número variable de entrenudos o canutos de forma generalmente cilíndrica. Los de la base y del despunte son muy cortos, pero estos últimos, son a su vez, angostos en comparación a los basales. Su color varía entre rojizo, morado, verdoso y amarillo.

La parte esencial para la producción de azúcar lo constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos (Motta, 1994). El largo de los entrenudos puede variar según las variedades y desarrollo de la planta, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa). La proporción de cada componente varía de acuerdo con la variedad, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

Tabla 2. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.

Componente	% del Tallo
Agua	73 – 73
Sacarosa	8 – 15
Fibra	11 – 16

Fuente: Perafan, 2002

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso industrial como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña, otros constituyentes en cantidades secundarias, pero no menos importantes en la caña de azúcar se encuentran en la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo.

Componente	% del jugo
Glucosa	0.2 – 0.6
Fructuosa	0.2 – 0.6
Sales	0.3 – 0.8
Ácidos orgánicos	0.1 – 0.8
Otros	0.3 – 0.8

Fuente: Perafán, 2002.

La hoja es en forma de vaina, su función principal es proteger a la yema, nace en los entrenudos del tallo. A medida que la caña se desarrolla, las hojas bajas se vuelven senescentes, se caen y son reemplazadas por las que aparecen en los nudos superiores. También nacen en los nudos las yemas que bajo ciertas condiciones especiales pueden dar lugar al nacimiento de una nueva planta (Perafán, 2002). La hoja está dividida en lámina y vaina, separadas por el triángulo foliar. La lámina desarrollada mide hasta 1 m de longitud, el ancho depende de la variedad y sus ancestros, y la vaina que envuelve al tallo es una sola unidad que puede contener abundantes pelos o “janas” en su parte externa.

La aparición de la inflorescencia es la culminación del ciclo vegetativo completo de la caña, para dar paso a la fase reproductiva. Ello ocurre cuando el meristemo apical del tallo, obedeciendo a determinadas condiciones de foto periodo, temperatura humedad y altura del tallo, cambia de fase de fase de crecimiento a fase de reproducción (Fogliata, 1995). La inflorescencia para Subiros (1995), es el último del ciclo de la planta dando lugar a fase de reproducción mediante el meristema apical el tallo juntamente con las condiciones del fotoperiodo.

La inflorescencia es una panícula de forma y tamaño variables, características de cada cultivar o variedad usada, las flores son hermafroditas completas. La manipulación sexual o por semillas se utiliza solamente en programas de mejoramiento, para la obtención de híbridos más productivos, resistentes a ciertas plagas y enfermedades o adaptables a una región específica (OCÉANO, 2000).

1.4. VARIETADES.

Cuando se selecciona el material para la siembra se debe conocer con certeza las características que presentan las diferentes variedades, que estas variedades se adapten a las condiciones del lugar donde se va a implantar un nuevo cañaveral, por eso se muestra en la Tabla 4 las principales características de las variedades más adaptadas y cultivadas en el municipio de Bermejo.

Tabla 4. Principales características de las variedades de caña de azúcar más cultivadas en Bermejo.

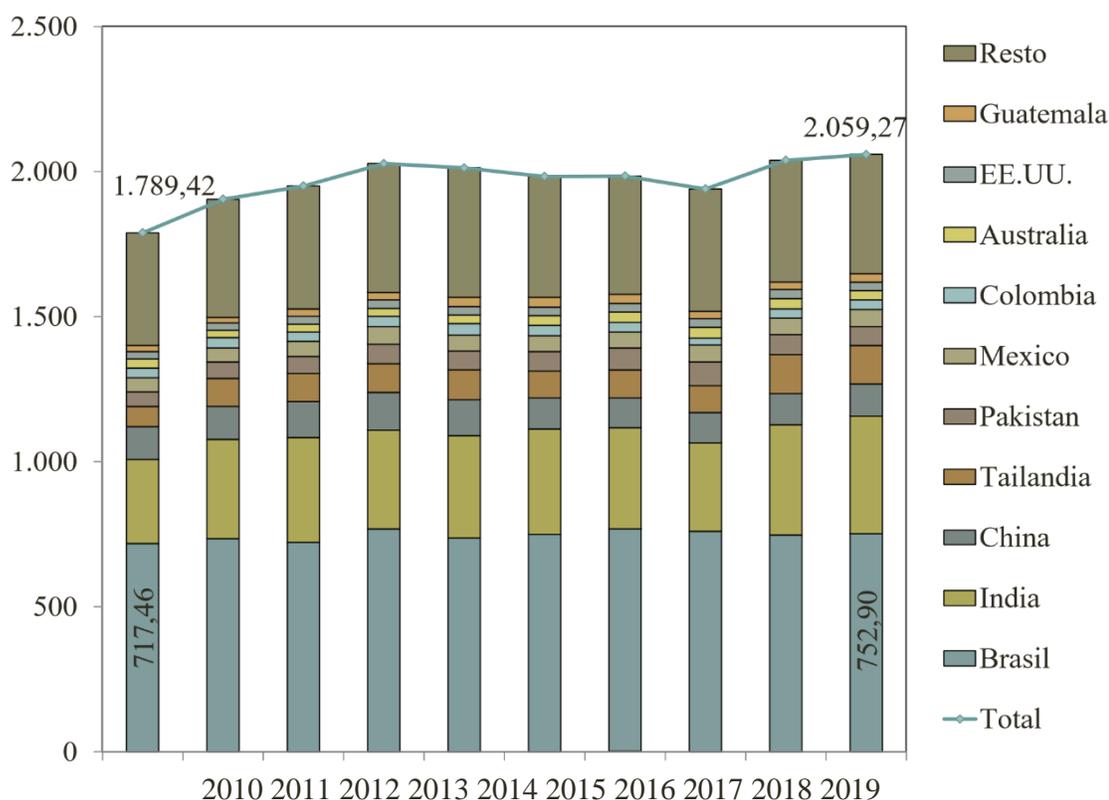
Variedad	Nombre	Progenitor	Origen	Características botánicas				Características agronómica				Introducido A Bermejo
				Altura m	Yema	Hoja	Florece	Tipo de suelo	Tolerancia a sequía	Susceptible	Maduración	
CP 48-103	CRIOLLA	CP 29-320 x CP 290	USA	2	Mediana redonda	Mediana angosta	Si	Franco arcilloso	Si	Mayoría de enfermedad	Tardía	Alfonso Gutiérrez
CP 65-357	VERDE	CP 52-68 x CP 52-15	USA	2.5 a 3	Ovoide	coposa	Si	Húmedos francos	Si	Carbón y mosaico	Extra temprana	Desde Tucumán
SP 70-1143	SAO PABLO	ISA 48-65 x DESCONOCIDO	BRASIL	2.5 a 3	Oval	Libres y anchas	No	Arenosos bajo fert.	Si	Escaldadura Carbón	Temprana	Desde Brasil
Tuc. 74-20	TUCUMANA	CP 71-400 x L 62-96	TUCUMAN (ARG.)	3 a 4	Ovalada pequeña	Mediana y anchas	Si	Franco arcilloso	Si	Carbón Escaldadura	Temprana a mediana	Desde Tucumán
NA 851602	NORTE (ARG.)	DESCONOCIDO	SALTA (ARG.)	2.5 a 3	Mediana redonda	Larga angosta	Si	Franco arcilloso	Si	Roya Carbón	Intermedia	Desde Tucumán
BTB 89-379	BERMEJO (BOL.)	Tuc 68-18 x POLICRUZA	BREMEJO (BOL.)	2.5 a 3.5	Chica redonda	Mediana	No	Franco L franco A	Si	Desconoce	Tardía	Aníbal Villarroel
SP 70-1284	SAO PABLO	CV 1-76 x DESCONOCIDO	BRASIL	2.9	Ovalada	Larga ancha	No	Franco L franco A	Si	Mosaico	Intermedia	Desde Brasil

Fuente: Galean (2001).

1.5. PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR A NIVEL MUNDIAL

Dentro de este orden se observa a Brasil como el mayor productor de caña de azúcar, en promedio la producción de este país representa 37,85% del total del mundo con un volumen promedio de 745 millones de TM al año, como segundo país productor se encuentra India con un 17,73% y un volumen promedio de 349 millones de TM, seguidamente se encuentra China como tercer productor con 114 millones de TM al año que representa el 5,79% de la producción mundial, posteriormente se encuentran Tailandia (5,15%), Pakistán (3,31%), México (2,81%), Colombia (1,70%), Australia (1,57%), Estados Unidos (1,45%) y Guatemala (1,41%).

Figura 1. Principales países productores de caña de azúcar a nivel mundial
(En millones de toneladas métricas 2010 - 2019)



Fuente: Elaboración propia con Datos oficiales de la Organización de la Naciones Unidas (ONU) para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Tabla 5. Crecimiento de la producción de caña de azúcar
(En porcentajes, valores promedios)

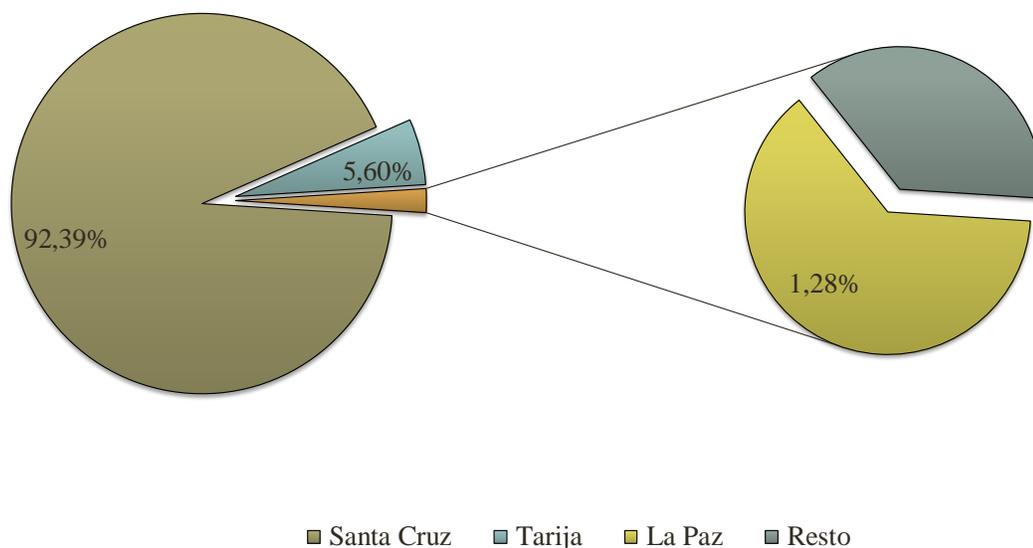
N°	País	Variación % (2010-2019)	Varicación % (2018-2019)
1	Brasil	4,94%	0,78%
2	India	38,70%	6,72%
3	China	-1,38%	1,14%
4	Tailandia	90,39%	-3,01%
5	Pakistan	35,46%	-0,44%
6	Mexico	17,68%	4,39%
7	Colombia	0,38%	-2,37%
8	Australia	3,78%	-3,26%
9	EE.UU.	16,73%	-7,54%
10	Guatemala	30,35%	5,14%
Total		15,08%	0,98%

Fuente: Elaboración propia con datos oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Entre los 10 principales productores, fue Tailandia (Cuadro 1) el país que presentó un notable aumento en la producción de caña de azúcar con un crecimiento de 90,39% en su producción entre el 2010 al 2019, seguido de India que presentó un crecimiento de 38,70% y Pakistán un 35,46% de crecimiento de su producción de caña de azúcar. Al contrario de China que entre el 2010 al 2019 presentó un decrecimiento en su producción de un -1,38%.

Estos países en conjunto presentaron un crecimiento promedio de producción de 15,08% en 10 años.

Figura 2. Producción de caña azúcar en Bolivia por departamento
(Expresado en porcentaje del promedio de producción entre 2011 – 2020)



Fuente: Elaboración propia, con base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.6. PRODUCCIÓN DE AZÚCAR POR INGENIO

En el Cuadro 2 se tienen datos de la producción de azúcar por ingenio de los principales departamentos productores del país. En el departamento de Santa Cruz el ingenio UNAGRO representa el 27% de la producción total de azúcar de ese departamento al 2020, luego con un 25% le sigue el ingenio GUABIRA, después se encuentra San Aurelio con el 20% de la producción de azúcar y por último se están Aguaí y La Bélgica con un 18 y 9% respectivamente.

Tabla 6. Producción de azúcar por ingenio en Bolivia**(En quintales)**

Año	GUABIRA	SAN AURELIO	LA BELGICA	UNAGRO	AGUAI	Total Santa Cruz	Total Bermejo	San Buena Ventura	Total Nacional
2010	2.608.257	1.598.719	966.125	2.489.689	0	7.662.790	928.789		8.591.579
2011	2.880.362	1.532.037	1.003.155	3.126.320	0	8.541.874	1.234.035		9.775.909
2012	3.154.922	2.452.645	1.097.378	3.575.117	0	10.280.062	1.184.113		11.464.175
2013	3.235.673	2.325.000	1.195.685	3.427.619	0	10.183.977	673.551		10.857.528
2014	2.760.992	1.859.320	1.107.800	3.107.950	0	8.836.062	581.952		9.418.014
2015	2.569.149	1.477.080	916.225	3.153.337	281.789	8.397.580	90.000		8.487.580
2016	2.512.286	1.192.300	756.790	2.560.010	1.040.000	8.061.386	398.700		8.460.086
2017	2.791.110	1.741.654	1.186.111	3.735.405	1.709.672	11.163.952	398.700		11.562.652
2018	2.684.055	2.497.760	1.250.000	3.048.339	1.314.140	10.794.294	545.000		11.339.294
2019	2.651.903	2.536.750	1.253.020	3.186.680	1.608.337	11.236.690	373.626		11.610.316
2020	2.812.917	2.254.842	990.123	3.046.621	2.006.616	11.111.119	390.000	320.000	11.821.119
Total	25%	20%	9%	27%	18%	100%	3%	3%	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO)

En ese orden, los ingenios de Bermejo (Tarija) y San Buena Ventura (La Paz) representan cada uno el 3% del total de la producción nacional. Entre los 5 ingenios del departamento de Santa Cruz conjuntamente representan el 93% de la producción total de azúcar del país y el resto lo completan los ingenios de los departamentos de Tarija y La Paz.

1.7. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Las áreas más productivas de caña del mundo pertenecen a dos clases: aquellas en las cuales la precipitación natural es adecuada y bien distribuida y, aquellas en las cuales se proporciona agua suplementaria por medio de riegos durante los meses de sequía. Posiblemente en la actualidad el 10 % de la superficie total cultivada con caña se encuentra bajo riego. Es importante anotar que la caña a 21 °C la caña retarda su crecimiento y este inhibido a 12 a 15 °C, si la temperatura es menor se puede producir un daño severo por frío y las yemas se mueren (LIBROS DEL AGRO, 2010).

1.7.1. Temperaturas

DGIEA (1991), señala que la caña de azúcar requiere altas temperaturas durante el periodo de crecimiento y bajas temperaturas durante el periodo de maduración. Mientras grande sea la diferencia de las temperaturas máximas y mínimas durante la maduración mayor serán las posibilidades de obtener jugos de alta pureza y un mayor rendimiento de azúcar. Las temperaturas óptimas para las diferentes etapas del desarrollo de este cultivo son: para germinación de 32°C a 38°C, para el macollamiento 32°C y para el crecimiento 27°C.

Para Faucal (1975), la caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados, cuando prevalecen temperaturas altas, alcanza un gran crecimiento vegetativo. Se tiene reportes que a bajas temperaturas todas las variedades obtienen una menor eficiencia y más baja proporción de desarrollo. Las temperaturas medias en los meses más calurosos son superiores a los 22°C, la media térmica en el mes más frío es inferior a los 18°C.

1.7.2. Precipitación

Las precipitaciones adecuadas para este cultivo son de 1.500 mm bien distribuido durante el periodo de crecimiento que por lo general es de nueve meses. La caña de azúcar la mayor disponibilidad de agua en la etapa de crecimiento y desarrollo, durante el periodo de maduración esto se debe reducirse, para restringir el crecimiento y lograr la acumulación de sacarosa (DGIEA 1991),

Fogliata (1965), menciona que las lluvias en el trimestre más cálidos que son diciembre, enero y febrero, pues considerando los distintos extremos, las lluvias varían desde 350 mm en el distrito Loma verde hasta 700 mm en el distrito de Santa Lucía-Argentina. Se da especial énfasis a las lluvias estivales, porque ellas son determinantes para la producción cañera.

1.7.3. Suelo Adecuado

Es un cultivo muy plástico en cuanto a tipo de suelos, pues se han cultivado en una gran variedad de suelos, sin embargo, en los que mejores rendimientos ha dado es en los de migajón arcilloso, aunque es conveniente propender que los suelos se aéren

durante las labores de producción. Por otro lado, debemos hacer notar que la topografía y la precipitación determinan, hasta cierto grado y cuando menos para que una determinada zona sea excelente productora de esta gramínea. Por ello se dice que, el cultivo puede hacerse en cualquier tipo de suelo, con tal de que tengan “buena estructura y fertilidad” (Fogliata, F. 1995)

Este cultivo se desempeña bien en suelos sueltos, profundos y fértiles. Si se cuenta con riego podremos lograr mejores rendimientos que en suelos sin regar. Puede producirse también en suelos marginales como los arenosos y suelos arcillosos con un buen drenaje. No se recomienda para suelos franco-limosos y limosos. Se adapta bien a los suelos con pH que va desde 4 a 8.3 (Chaves, 2002).

Sin embargo, suelo cultivado durante 15-20 años, presentaran capa impermeable de diverso grado, que restringe el desarrollo radicular por falta de aireación, en el que la capa superficial pierde humedad por sequía. Aspecto que se puede remediar con Barbecho (rastreo, arado y subsolado), que tiene tres finalidades: extraer las malezas para matarlas por su exposición al sol, aflojar el suelo a una profundidad de 25 a 30 cm para permitir que el aire penetre a capas inferiores y, formar una buena condición granular del suelo en donde la caña pueda desarrollar su sistema radicular. Es importante que el agua caída en el suelo sea drenada favorecida por la permeabilidad en suelo y subsuelo y la topografía (Dillewijn C. 1952).

1.8. LABORES CULTURALES

1.8.1. Preparación del Terreno

La caña de azúcar es una planta perenne y su vida económica se prolonga durante varios ciclos ya que permite cinco cortes (socas) o más, beneficio que se obtiene con una buena preparación del terreno. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

La secuencia de las labores para la preparación y adecuación de tierras se describe a continuación.

1.8.2. Levantamiento Topográfico

El plano topográfico debe incluir las vías internas de la finca, la localización de los cercos existentes y la posición de la fuente de abastecimiento de agua. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

1.8.3. Limpieza o Descepada

Consiste en eliminar los desechos de los cultivos diferentes a la caña o en la destrucción de las cepas viejas, en caso de renovación. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

1.8.4. Nivelación

Se debe efectuar en época seca, siguiendo la conformación natural del terreno y con un desnivel de 2 por mil, el cual permite un control eficaz del agua superficial, tanto para fines de desagüe como de riego. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

1.8.5. Subsolada

Su objetivo principal es romper y fragmentar las capas de tierra impermeables que se van formando en las tierras cultivadas, especialmente con este cultivo por el tamaño y peso de la maquinaria de cosecha, para mejorar el drenaje interno y la aireación del suelo. Se recomienda hacerla a una profundidad de 50-60 cm y una separación entre cortes de 1,50 m. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

1.8.6. Arada

Esta labor persigue romper y voltear la capa arable del terreno, a una profundidad de 25 cm en suelos poco profundos y de 35-40 cm en suelos profundos, se debe efectuar en época seca, con arados de disco o vertedera o también con rastras pesadas tipo Rome (DGIEA1991).

1.8.7. Rastreada

Se utiliza para cortar, desterronar y voltear el suelo, hasta mullirlo, así como para destruir e incorporar los residuos de cosecha. Se aconseja una o dos pasadas de rastra, utilizando rastras de varios discos deben impedirse el afinamiento excesivo del suelo, especialmente en zonas muy ventosas. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

1.8.8. Surcada

Los surcos, si las condiciones y la topografía del terreno lo permiten, deben ser trazados con gradientes de 1 a 2%, en líneas rectas o en contorno. Para esta labor se utiliza un implemento, especial de zanjeadores o cuerpos. Existen surcadores de uno y dos cuerpos, dependiendo de la potencia del tractor con que se hace la labor.

Los surcadores trabajan a una profundidad aproximada de 25-30 cm y la tierra que desplaza hacia los lados forma un camellón que van entre los surcos. (DGIEA, 1991).

La semilla se coloca en el fondo del surco en la mayoría de las siembras y a una distancia de 1,40 a 1,60 m entre surco dependiendo de tipo de cosecha mecanizada o semi mecanizada (Villarroel, A. 1991).

1.8.9. Época de Plantación

La plantación se puede realizar en dos épocas, una en los meses marzo-abril y otra en los meses de julio a septiembre. La primera tiene la ventaja de disponer de semilla de calidad y la desventaja del descenso de la temperatura.

Fogliata (1995 Tomo I), indica la siembra se efectúa al final de la estación de las lluvias para asegurar la germinación de los esquejes y la joven plantación pasa a la estación seca en estado herbáceo. La vegetación vuelve a entrar en vigor con el comienzo de las lluvias y la recolección se efectúa al comienzo del periodo de sequía, a la edad de 15 a 17 meses.

Villarroel (1991), señala sobre sus trabajos realizados con CENECA (Bermejo), y sobre los resultados y las ventajas que obtuvieron de las épocas de plantación para Bermejo estableciendo la época de marzo – abril para una mayor población por surco, nacimiento y cantidad de tallos con mayor calidad de jugos la de septiembre – octubre tiene mayor población por tener la humedad disponible y mayor cantidad de tallos, pero tiene menor calidad de jugos.

El agricultor de Bermejo, en muchos casos no considera la época para realizar una plantación adecuada, cual se realiza entre los meses de marzo, agosto, octubre, noviembre y diciembre.

Debido a que se realizan plantaciones fuera de época (julio – agosto) se ocasionan una serie de pérdidas, ya sea un bajo rendimiento cultural, mayor competencia de malezas. La escasez de humedad provoca que la nueva plantación este muy disminuida, acortando la vida del cañaveral (Quiroga et al, 1999).

1.9. OBTENCIÓN DE LA CAÑA PLANTA (SEMILLA)

Use “caña plantilla” para semilla, a falta de esta se debe disponer la de menor edad que esté tierna, sana etc. No plantas semilla de caña vieja, caída, brotada ni enraizada. La caña semilla debe ser cortada cinco días antes de la plantación. Cada estaca semilla o trozo debe tener tres yemas (0.40 cm.) cuando la variedad es de canutos largos y de cuatro a cinco yemas, cuando los canutos son cortos de dos yemas, (Arceneaux, G. 1998).

DGIEA (1991), señala que es importante que la caña semilla debe provenir de caña joven, de siete a nueve meses de edad y del primero o segundo corte como máximo, para asegurar una brotación uniforme, evitar la resiembra y minimizar el combate de las malezas; otro aspecto a tener en cuenta es que si se deja transcurrir mucho tiempo entre el corte de la semilla y la siembra, puede disminuir la brotación, el tiempo máximo recomendado: cinco días después del corte, esto para evitar el raquitismo de la soca, que puede transmitirse a la siembra, además de los cuidados en el semillero y en el corte.

Densidad de siembra.

Cerrizuela et al. (1997), encontró que plantando a una caña cruzada se requiere 4,8 Tn/Ha, a dos cañas cruzadas 9,3 Tn/Ha, a tres cañas cruzadas 12,7 Tn/Ha, y cuatro cañas cruzadas 16,3 Tn/Ha.

En Tucumán se encontraron tendencias definidas, se obtuvo mayor producción al plantar con tres cañas cruzadas en comparación con dos cañas cruzadas. Las cañas troceadas cortas con tres a cuatro yemas, 0.55 m de longitud, resultaron superiores al trocado largo de cuatro a cinco yemas y 0.65 m de longitud (Cochran et al., 1979).

Siembra (Plantación)

La siembra a chorro continuo es el sistema más recomendado, siempre que se encuentre con semilla de buena calidad. La semilla se coloca acostada en el fondo del surco. Este sistema, conlleva un ahorro importante en la cantidad de semilla requerida. La semilla debe quedar cubierta con una capa de suelo de 3 a 5 cm, una capa más gruesa retrasa la emergencia y puede afectar la germinación de la semilla. La humedad es esencial para promover el brote de las yemas; el retraso en el riego generalmente ocasiona una baja germinación de la plantación (DGIEA, 1991).

Resiembra

Cuando los espacios son mayores de un metro entre una planta y otra, es aconsejable hacer resiembras, para tener un buen tonelaje de caña y facilitar el manejo de las malezas. Cuando la cantidad de semilla que debe sembrarse es muy alta, no es recomendable hacer la resiembra ya que su costo es muy elevado. Se recomienda sembrar únicamente en caña planta, después de la siembra.

1.10. FERTILIZACIÓN

1.10.1. Determinación de un Plan de Fertilización

El proceso de planificación de la fertilización se puede dividir en cinco etapas:

1.10.1.1. Muestreo y Análisis de Suelos. El análisis de suelos es una práctica básica para determinar la fertilidad actual y potencial de cada zona. El objetivo de efectuar un análisis de suelos es determinar la oferta de nutrientes de la región en cuestión, para que junto con la extracción de nutrientes (demanda) se pueda efectuar un balance y establecer las cantidades a agregar como fertilizantes. El análisis químico de suelos es uno de los medios más rápidos y económicos que sirve de apoyo técnico para proporcionar recomendaciones de fertilizantes. La determinación de recomendaciones de fertilizantes y enmiendas de encalado en suelos ácidos incluye una serie de factores que pueden encontrarse en la nota Análisis de Suelo. (Julio de 2015 reportada por el CONADESUCA.)

De acuerdo con el pH del suelo se puede determinar qué tipo de elementos se deben incluir en el análisis. pH ácido: textura, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y aluminio. pH alcalino: textura, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, cobre y zinc. (Salgado et al., 2003)

1.10.1.2. Diagnóstico de la Fertilización. El proceso de diagnóstico se efectúa analizando en forma integral los resultados provenientes del análisis de suelo en conjunto con las características de cada zona (rotación, cobertura de residuos, historial agrícola, aspectos físicos, etc.), y el clima local. Para esta etapa es importante disponer de información histórica propia de cada región y de ensayos realizados en el propio campo o eventualmente en la zona. De esta manera, es posible conocer si la información obtenida es representativa de las condiciones locales, y por ende valiosa para considerarla dentro del manejo nutricional.

1.10.1.3. Diseño del Plan de Fertilización. Una vez realizado el diagnóstico, es necesario armar un plan de fertilización ajustado a cada región. Este plan consiste en la definición de las cantidades y tipos de fertilizantes a aplicar, así como del momento y tecnología de aplicación para satisfacer las necesidades del cultivo.

1.10.1.4. Ejecución y Monitoreo del Plan de Fertilización. Este proceso se define como la implementación efectiva del plan definido. Sin duda, a medida que se va ejecutando el plan pueden surgir cuestiones no previstas que requieren del ajuste según el nuevo escenario; por ejemplo, lluvias menores a las previstas.

1.10.1.5. Evaluación y Análisis de los Resultados del Plan de Fertilización. Una vez ejecutado el plan es necesario analizar y evaluar si la estrategia de fertilización utilizada funcionó y con qué grado de eficiencia. Para poder hacerlo, es necesario contar con algún testigo en donde se aplique la práctica tradicional o no se aplique fertilización.

1.10.2. Importancia de los Nutrientes para la Caña de Azúcar

Los nutrientes esenciales para la caña de azúcar son 19 y pueden ser agrupados en tres grupos: los elementos no minerales (C, H y O), los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg,

S y Si) requeridos en cantidades expresadas en % o en g/kg de peso seco y los micronutrientes (Fe, Zn, B, Cu, Cl, Mn, Ni, Na y Mo) requeridos en menores cantidades expresadas en % o en mg/kg de peso seco. (Romero et-al, 2012).

Para que un nutriente sea considerado esencial, debe tener una influencia directa sobre el metabolismo y fisiología del cultivo, de manera que su presencia resulte determinante para el cumplimiento de su ciclo de vida y que su acción no pueda ser reemplazada por otro elemento. Los elementos no minerales provienen del agua y del aire, mientras que la mayoría de los minerales son absorbidos por las plantas desde la solución del suelo. La raíz, por su estructura y su localización en el suelo, es el órgano especializado en la absorción de nutrientes y es la mayor parte de la entrada de nutrientes tiene lugar a través de ella. (Romero et-al, 2012).

Romero (2004), en los estudios realizados en Tucumán-Argentina señala que la caña de azúcar presenta la respuesta a la fertilización nitrogenada, según la edad del cañaveral y la disminución de la producción esperable asociada con la no fertilización. Los resultados de su estudio destacan que en la caña planta, solo se debe esperar respuesta en un 50% de los casos y se observan los menores incrementos. En cambio, las cañas socas presentan una respuesta segura y elevada a la fertilización e incluso las socas más viejas, al tener una menor capacidad de abastecerse de las reservas del suelo, muestran una elevada dependencia de la fertilización y pueden tener mayores caídas en sus producciones si no son fertilizadas con nitrógeno.

En términos generales, la decisión de no fertilizar las socas más viejas puede significar una reducción de un 40% en la cantidad de materia prima que se produce por hectárea. Asimismo, la EEAOC determinó que las pérdidas pueden ser mayores en suelos de baja fertilidad, aun cuando el resto de las prácticas culturales sean adecuadas. Sin embargo, esta alta dependencia de las socas más viejas no significa que debemos incrementar la dosis de urea, sino más bien que no debemos dejar de fertilizarlas, pero siempre con la dosis adecuada.

Tabla 7. Extracción de macronutrientes del suelo que realiza el cultivo para su producción.

Macronutrientes	Kg/Ha/Año
Nitrógeno	130-200
Fosforo	80 – 100
Potasio	300 – 350
Calcio	55 – 60
Magnesio	35 – 45
Silicio	200 – 300

Fuente: Romero et- al 2012.

Generalmente la caña responde a la fertilización; no obstante, de ello, muchos no fertilizan la caña y sus rendimientos van declinando y nuevas áreas son incorporadas cada vez. Podemos ver que necesita como todos los cultivos de elementos mayores y menores de la siguiente manera, (Ochse JJ. Et al 1976).

Se observa en la Tabla siguiente, la respuesta esperada a la fertilización nitrogenada según la edad del cañaveral, así como la disminución previsible en la producción de no efectuar esta práctica.

Tabla 8. Influencia de la edad de la cepa sobre el beneficio de la fertilización nitrogenada, (N=102)

	C. Planta	Soca 1	Soca 2	Soca 3	Soca 4
% de Respuestas	53	80	97	97	100
Disminución sin fertilizar %	19	30	30	35	40

Fuente: Fertilización de la caña de azúcar criterios y recomendaciones (2018) p.82

Por esta razón, se recomienda fertilizar las cañas plantas, especialmente en lotes de respuesta conocida al N, utilizando solamente una media dosis (1.5 Kg urea/surco) 71/Ha de 100 mts lineales. Esto permitirá incrementar su producción y mejorar la calidad de la cepa establecida.

1.10.2.1. Necesidades de Nitrógeno. Los síntomas de deficiencia de N ocurren inicialmente en las hojas más viejas, primero surge una clorosis uniforme en las mismas. Posteriormente secándose, adquiere una coloración rojo-amarronada. La deficiencia de N produce una sensible disminución del rendimiento. La eficiencia en el uso de N y su efectividad depende del cultivo y del manejo de la fertilización. Se debe tener la precaución de incorporar la urea o el fertilizante nitrogenado al suelo, mezclándolo unos 5 cm, para minimizar las pérdidas por volatilización. La asimilación de una excesiva cantidad de N puede resultar en una deficiente maduración de la caña. El momento y la forma de aplicación del N en el cultivo de caña varían según la zona, y según sea caña planta, es decir el cañaveral recién implantado, o caña soca, que es el cañaveral que rebrota luego del primer corte (Filho, 1996).

Las fuentes de este elemento requerido están en: nitrato de sodio, sulfato de amonio, nitrato de amonio, urea y amoniaco ya sea como gas o disuelto en agua. Estos proveedores podrán ser incorporados superficialmente sólo cuando las yemas han brotado y las pequeñas plantas han alcanzado un tamaño tal, que se pueda considerar que tienen un sistema radicular suficientemente grande para asimilar el fertilizante con rapidez, puesto que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de las lluvias o el agua de riego, pueden ser considerables, especialmente si se utilizan nitratos, por ello no se debe aplicar toda la cantidad requerida en una sola vez, sino, dividida en dos aplicaciones (Conelison, A. H. 1941).

La primera puede hacerse en el momento de la plantación, pero sobre la tierra que cubre al cultivo, la segunda al aporque, cuando las plantas tiene unos 10 – 15 cm sobre el suelo. Las aplicaciones de nitrógeno se manifiestan sobre un mayor rendimiento, pero si se aplica en grandes cantidades disminuye el contenido de sacarosa. Por otro lado, las hojas crecen demasiado grandes lo que favorece una mayor evaporación de agua

del campo, esto puede ser peligroso sobre todo cuando se en suelos donde la sequía es muy crítica para el cultivo (Arzola, N. *et-al* 2000).

1.10.2.2. Necesidades de Fósforo. Las fuentes principales están en el superfosfato, harina de hueso, escorias básicas, guano y roca fosfórica. Estos fertilizantes generalmente son aplicados al tiempo de la plantación o siembra. Muchos de ellos son de difícil solución o fijados en el suelo, por lo cual la planta los asimila lentamente. Los fosfatos estimulan el desarrollo de las raíces, por lo tanto, es importante que las plántulas dispongan de un abastecimiento adecuado desde un principio (Humbert, R. 1974).

En contraste con N, influye en la producción de mayor numero de toneladas en cualquier suelo, el fosforo tiene un efecto favorable solamente casos en donde es seriamente deficiente. En tales suelos, las plantas siempre responderán con un rendimiento considerablemente mayor sin que se presenten cambios en el contenido de azúcar (Arzola, N. *et-al* 2000).

1.10.2.3. Necesidades de Potasio. Las fuentes comunes son: nitrato de potasio, sulfato de potasio, melazas, cenizas de madera, etc. Del mismo modo que en el caso del fosforo, el potasio generalmente se aplica al tiempo de la siembra, aun cuando también se puede efectuar una aplicación posterior de un fertilizante soluble como el muriato o sulfato de potasio. Generalmente la mayor parte de los suelos contienen suficiente potasio para el desarrollo adecuado de las plantas. La acción más importante de este elemento es sobre el incremento en el contenido de sacarosa, solamente en suelos deficientes en dicho nutrimento (Humbert, R. 1974).

1.10.2.4. Necesidades de Elementos Secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre. Arzola N. *et-al* (2000), señalan que normalmente estos elementos se encuentran en la mayoría de los fertilizantes comercializados y la mayoría de los suelos, sin embargo, pueden ser adicionados mediante fertilizantes foliares una vez que el cultivo tenga entre 30 – 40 cm. Sobre el suelo. Las cantidades de cal para corregir acidez varían de acuerdo con este factor y a la estructura del suelo, entre 2,5 – 7,5 Tha^{-1} .

1.10.2.5. Necesidades de Elementos Menores. Como es sabido que todo cultivo necesita además de los elementos mayores, los elementos secundarios, precisan también los elementos menores. Estos son: Boro, Zinc, Manganeso, Cobre, Hierro y Molibdeno. A pesar de requerirse pequeñas cantidades, la falta de uno o más de ellos se verá el crecimiento de las plantas fuertemente limitado. Al igual que los anteriores la mayor parte de los suelos del mundo tiene cantidades suficientes de estos elementos (Arzola, N. *et-al* 2000).

1.10.2.6. Necesidades de Materia Orgánica. Las fuentes comunes son: estiércoles de cuadra, abonos verdes, cieno de filtro y fertilizantes orgánicos compuestos. La materia orgánica también aumenta el contenido de humus del suelo. Es conveniente que esté presente en el suelo cada año, es decir, la maloja, los despuntes etc. agregar cachaza-vinaza de ingenios azucareros. Es importante a niveles de 3–4 % en el suelo (Arzola, N. *et-al* 2000).

1.10.3. Aporque

El aporque se ha convertido en una labor muy importante tanto en cultivos nuevos como de más de dos años, la función o finalidad es de promover un ambiente de actividad de intercambio catiónico, aireación y solubilidad de elementos nutritivos presentes en el suelo, en ese sentido el descostillado del surco y luego el aporque favorecen esta finalidad, actividades que debe realizarse además para conservar la humedad y controlar las malezas en pos emergencia (Galean, 2007).

1.10.4. Riego

El regadío se hará de acuerdo con las láminas de agua requeridas en cada fase, para lo cual debe establecerse un balance hídrico del cultivo con los datos climáticos disponibles (FAO, 1992). Si se contara con sistema de riego disponible según Díaz y Portocarrero (2002), el primer riego se aplica de 1-2 días después de la siembra, el segundo riego debe realizarse 10 días después de la siembra, mientras que partiendo del tercer riego en adelante la frecuencia se especifica en función del tipo del suelo como se demuestra en el cuadro 6.

El Valle de Cauca depende de las fuentes superficiales (ríos y quebradas) y de las aguas subterráneas. Las primeras son muy variables en nuestra región, presentando dos ciclos, caracterizados por las épocas de lluvias y las de sequía. Es así es como las aguas subterráneas se convierten en elemento que soporta en gran parte el cultivo de caña de azúcar en esta región de Bermejo.

Tabla 9. Frecuencia de riego en días según tipo de suelo

Tipo de Suelo	Caña Nueva		Caña Rebrote	
	Aspersión	Gravedad	Aspersión	Gravedad
Arenoso	15-18 días	15-18 días	15-18 días	15-18 días
Franco	18-22 días	18-22 días.	18-22 días	23-25 días
Arcilloso	20-22 días	20-22 días	23-26 días	23-26 días

Fuente: Pantaleón S.A. 2022

1.10.5. Control de malezas.

Después de del tapado de la caña semilla, se debe aplicar pre-emergente total (surco y trocha). Esta tarea debe hacerse inmediatamente, es decir antes que desaparezca la humedad superficial del suelo. En todo caso si se ha establecido correctamente no tendrá problemas de malezas, pero a veces es necesario manchonear, es decir, controlar pequeñas áreas que no fueron aplicadas correctamente los herbicidas. Sea manualmente o con otros métodos de control. Según el Centro de Investigación y Mejoramiento de la Caña de Azúcar de Bermejo (CIMCA-B, 1981)

El control de malezas como se indica líneas anteriores se puede hacer con herbicidas pre emergentes de malezas y cultivo, o, posteriores en pos emergencia temprana (Foliata, F. 1995).

1.10.6. Cosecha.

De manera superficial y sencilla se menciona la actividad de cosecha, que se realiza a 12 meses después de la siembra cuando se cultiva de forma anual, pueden hacerse ciclos de 18 meses para obtener mayores rendimientos por hectárea y la dilución de los costos en más tiempo de producción (Díaz y Portocarrero, 2002). La cosecha se realiza

previo análisis sacarotécnico, mediante muestreo en campo y laboratorio. Desde los 12° Brix (Foliata, F. 1995). El tema de la cosecha es de por sí complicado en cualquier parte del mundo. Manejar mal la misma puede significar enormes pérdidas económicas al productor y desperdiciar los esfuerzos previos para conseguir buenos niveles productivos.

La época de cosecha que varía de 3 a 6 meses es conocida como zafra, en algunos lugares como en el Valle del Cauca en Colombia la cosecha dura todo el año por que las condiciones lo permiten, especialmente por las lluvias que se distribuyen bien durante todo el año. Implica la participación de miles de personas según el tamaño de la industria de un país, moviliza conductores de transporte pesado, cortadores, caporales, vendedores, mecánicos, operadores de maquinaria, grupos de personas para marcar y aplicar madurante (aplicación aérea), supervisores, empleados de bancos, etc. la labor de cosecha es fuente alta de ingresos para muchas personas, sea realizada de forma manual o mecanizada (Díaz y Portocarrero, 2002).

1.10.7. Cosecha y Transporte

GUABIRA (2010), debemos considerar tres tipos de cosecha: la cosecha “cien por cien manual” de caña entera, cuyo corte, pelado y despunte es hecho con machete, luego el apilado y carguío manual al medio de transporte; la cosecha “semi-mecánica” o sea corte y otros en forma manual y el carguío mecánico, ambos tipos de cosecha llegan al Ingenio en camiones o chatas. En los últimos años, aproximadamente el 20 % de la caña ingresada a Guabirá, es de cosecha “cien por cien mecánica”, con máquinas de cosecha integral que cuentan con mecanismos de corte, despunte, troceado y un sistema neumático de auto-limpieza en seco y cardo a la chata.

1.10.8. Plagas y enfermedades de la caña de azúcar.

En la caña de azúcar existe una diversidad de plagas y enfermedades, por los autores DGIEA (1991), coinciden con (Kolobaev et al., 1978), (Fuentes et al., 1983), al mencionar las siguientes descripciones de plagas y enfermedades que más predominan durante su ciclo vegetativo y reducen el rendimiento fabril.

1.10.8.1. Plagas.

a) *Fusarium moniliformis*. Áreas decoladas y contraídas en la base de la hoja (Ochse, J.J. et al 1976).

b) Gusano cuarteador (*Mocislatipes*). Gusano que ataca en forma de manchas en algunos años, llamado cuarteador, forma juvenil de una mariposa (CIMCA – B. 1981).

c) Barrenador (*Diatraeasacharalis*). Conocidos como barrenador mayor y menor respectivamente, producen galerías en los tallos y la base, provocando la caída de los mismos (CIMCA – B 1981).

d) Oculto (*Ctenomyssp*). Roedor que excava los surcos de caña provocando la muerte de las cepas de caña (CIMCA – B. 1981).

1.10.8.2 Enfermedades.

a) Mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari*). Se presente como manchas alargadas café rojizo ampliándose en líneas largas del mismo color hacia las puntas de las hojas; que pueden arrollarse y dar al campo una apariencia de chamuscamiento (Ochse, J.J. et al 1976).

b) Roya (*Puccinia melanocephala*). Franjas pequeñas alargadas, visibles en ambos lados de la hoja, cambiando a una tonalidad d café posteriormente y sobresaliendo en el envés de las hojas, como resultado de la formación de acumulación de uredosporas (Ochse, J.J. et al 1976).

c) Carbon (*Ustiligoscitamineasydow*). Carbón de la caña, aparece como un látigo negro producto de la formación de basidiosporas (Ochse, J.J. et al 1976).

2.10.8.2.4. Escaldadura de la hoja (*Xantomonas albilineans*). Llamada escaldadura de la hoja, presentes como manchas a lo largo de toda la hoja alternadas con áreas verdes (Ochse, J.J. et al 1976).

FUNDAMENTO TEÓRICO ESPECÍFICO DE LA ENCUESTA

La encuesta es una búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y posteriormente reúne estos datos individuales para obtener durante la evaluación datos agregados. Con la encuesta se trata de "obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre las variables que intervienen en una investigación, y esto sobre una población o muestra determinada. Esta información hace referencia a lo que las personas son, hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes". A diferencia del resto de técnicas de entrevista la particularidad de la encuesta es que realiza a todos los entrevistados las mismas preguntas, en el mismo orden, y en una situación social similar; de modo que las diferencias localizadas son atribuibles a las diferencias entre las personas entrevistadas.

1.11. PROCEDIMIENTO GENERAL DE UNA ENCUESTA

Pulido (1971) utiliza 5 pasos para realizar una encuesta:

1. La población y la unidad muestra
2. Selección y tamaño de la muestra
3. El material para realizar la encuesta
4. Organización del trabajo de campo
5. Tratamiento estadístico
6. (Discusión de los resultados)

Una condición básica a la hora de seleccionar una muestra es la representatividad. Esta propiedad nos permitirá estudiar una población de cañeros de tres comunidades utilizando solamente un subconjunto de ella, es decir, la muestra. Una muestra representativa es un subconjunto que tiene las mismas características generales que la población, cuyos resultados serán generalizados a dicha población.

1.12. MATERIAL PARA REALIZAR LA ENCUESTA

Existen tres niveles o aspectos para tener en cuenta:

1. Establecer los contextos teóricos, los objetivos, las hipótesis, las variables a observar y los grupos.
2. Determinar qué medio vamos a utilizar para realizar la encuesta (personal, correo o teléfono).
3. Redactar las preguntas. Según como sean las preguntas que redactamos hablaremos de cuestionario, entrevista estructurada y entrevista no estructurada.

1.13. CUESTIONARIO

Todas las preguntas están determinadas. Son preguntas cerradas, es decir, con el objeto de facilitar la codificación posterior, las respuestas a cada pregunta sólo pueden ser algunas de las que aparecen fijadas en el texto.

¿Ha hecho análisis de suelo para fertilizar?

Sí No

El cuestionario puede ser respondido sin la presencia del entrevistador; en este caso, deben existir explicaciones que orienten la forma de contestar. Las preguntas pueden ser de muy diversa forma, aunque para todas se recomienda concisión y claridad.

1.14. ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS

En este caso suponen la presencia del entrevistador. El conjunto de preguntas está previamente determinado (como en el cuestionario) y las cuestiones pueden ser tanto abiertas como cerradas. La inclusión de preguntas abiertas complica la codificación y el análisis de resultados, aunque puede ser una importante fuente de sugerencias para posteriores investigaciones.

Ejemplos:

Pregunta abierta: ¿Cuáles crees que son los problemas más importantes del cultivo de la caña de azúcar?

Pregunta cerrada: ¿Cuánta Tn/ha produces de caña de azúcar?

1.15. ELABORACIÓN DE LAS PREGUNTAS

Para lograr un buen conjunto de preguntas:

- Respecto al contenido: ¿es necesaria la pregunta? ¿es lo suficientemente concreta? ¿es una pregunta sencilla (se pregunta una sola cosa)? ¿sabe el encuestado la respuesta? ¿responderá sinceramente a este tema?
- Respecto al lenguaje: ¿entenderán todos (o la gran mayoría) el lenguaje utilizado) ¿hay algún sesgo en la redacción, induciendo una alternativa determinada de respuesta? ¿está bien enfocada la pregunta (directa y afirmativa frente a indirecta y/o negativa)?
- Respecto a la ubicación de la pregunta dentro de la secuencia: ¿su respuesta puede verse influida por preguntas previas? ¿está bien colocada dentro del tema (cercanía temática, nivel de dificultad, etc.)?
- Estas cuestiones ayudan a preparar el ensayo piloto. Después de pasárselo a cada encuestado se le puede preguntar sobre estos aspectos con el objeto de conocer su opinión.

1.16. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

Cuando estamos elaborando una encuesta, uno de los aspectos para tener en cuenta es el medio a través del cual vamos a realizarla, es decir, la forma de preguntar. El medio afectará al fin y eso se refleja no sólo en cómo se pregunta y durante cuánto tiempo, sino que afecta a las respuestas de los sujetos encuestados.

Son dos los medios utilizados: la entrevista personal y por teléfono.

1.16.1. Entrevista Personal

En este caso, una persona o entrevistador llega hasta el individuo objeto de la encuesta, lee las preguntas y anota las respuestas.

Ventajas:

1. Los entrevistadores pueden aclarar las preguntas que no se entienden.
2. Pueden instar a contestar preguntas que inicialmente el sujeto no responde o pueden pedir que aclare respuestas inicialmente ambiguas.
3. Al estar presente el investigador se evita que se produzcan consultas con otras personas que influirían en las respuestas.
4. Se consiguen mayores porcentajes de respuesta a las preguntas.

Inconvenientes:

1. Supone un mayor esfuerzo personal.
2. En una primera etapa es necesario formar a los entrevistadores y en una segunda etapa hay que entrenarlos en las características propias de la encuesta.
3. Se puede dar la deseabilidad social por parte de los entrevistados o la vergüenza.
4. Sesgos del experimentador: Cuando el entrevistador explica o interpreta una respuesta, puede estar sesgando los datos, sin ser consciente.

1.16.2. Encuesta por Teléfono

Este medio supone la intervención de un entrevistador, pero su papel es menos relevante que en la entrevista personal. Las preguntas deben ser cortas y muy claras. Las opciones de respuesta han de ser pocas y breves.

Ventajas:

1. Es muy utilizado debido a la extensión del teléfono, la rapidez y el bajo coste.

2. Se puede acceder a barrios inseguros o casas donde los porteros impiden el acceso.
3. Es muy útil para cuestionarios cortos.
4. Se pueden utilizar ordenadores que muestrean, marcan el número y permiten la inmediata recogida de datos a través de plantillas en la pantalla.

Inconvenientes:

1. Sesgan a la población que no tiene teléfono y limitan la extensión de las preguntas, ya que el entrevistado se cansa antes que con los otros métodos.
2. Las opciones de respuestas han de ser pocas y poco profundas.

1.17. DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN DE ENCUESTAS

Los diseños de investigación con encuestas hacen referencia a la planificación general de la investigación, de la cual la encuesta es la forma de obtener los datos. Existen diversos diseños que se pueden utilizar cuando estamos trabajando con encuestas:

- **Diseños longitudinales:** su objetivo principal es observar los cambios mediante la repetición de las preguntas a lo largo del tiempo.
- **Diseños transversales:** se trata de llegar a conclusiones sobre los datos obtenidos en un solo momento.

1.18. ANÁLISIS DE DATOS

1.18.1. Medidas

Las medidas que se pueden realizar con los datos obtenidos de una encuesta pueden tener muy distintos niveles de complejidad, según los intereses del investigador y la naturaleza de los datos. Se pueden establecer tres grupos de medidas:

- **Básico:** consistiría en el cálculo de medidas de tendencia central (media, mediana, porcentajes, etc.)

- **Tablas de contingencia:** se trata de combinar la información de dos o más variables en una sola tabla. La formación de estas tablas depende de los intereses del investigador por comparar grupos de sujetos o establecer relaciones entre variables. La información que contienen las tablas se puede discutir comentando los resultados en forma de porcentajes, o calculando estadísticos para medir el grado de relación entre las variables o las diferencias entre los grupos.
- **Modelos:** según la naturaleza de los datos y de la teoría que sustenta la investigación, se pueden establecer, desde sencillos modelos de regresión lineal hasta complejos modelos de ecuaciones estructurales.

1.18.2. Organización de los Datos

- a) **Corrección:** consiste en identificar y eliminar los errores cometidos por los entrevistadores o informantes. Esta corrección se puede realizar manualmente o por ordenador. Moser y Kalton (1977) señalan tres tareas esenciales en la corrección:
 - **Acabado:** se hace una comprobación de que hay una respuesta para cada encuesta.
 - **Precisión:** se hace una comprobación lo más a fondo posible de que todas las cuestiones están contestadas con precisión. Surgen las imprecisiones por falta de cuidado del entrevistador o del informante. Posibles errores, como marcar en la casilla errónea, un círculo alrededor del código erróneo, etc. Puede reducir la validez de los datos a no ser que se detecte en el proceso de corrección.
 - **Uniformidad:** se comprueba que los entrevistadores han interpretado las instrucciones y las preguntas uniformemente. A veces, el fallo a la hora de dar instrucciones explícitas sobre la interpretación de las respuestas de los informantes lleva a los entrevistadores a registrar la misma contestación con variedad de códigos de repuesta.

- **Codificación:** La tarea básica de reducción de datos es la codificación, es decir, la asignación de un número de código a cada contestación a una pregunta del cuestionario. No todas las contestaciones a las preguntas se pueden reducir a números de código, por ejemplo, las preguntas abiertas.

La codificación se puede introducir en la construcción del propio cuestionario (contestaciones precodificadas). Esta precodificación es apropiada para cuestiones concretas como: hombre 1, mujer 0; soltero 0, casado 1, separado 2, divorciado 3. Para este tipo de preguntas cuya contestación se conoce por anticipado, se desarrolla generalmente un cuadro de codificación antes de que comiencen las entrevistas.

1.19. POSIBLES FUENTES DE ERROR

Cometer errores en cualquier fase de la investigación puede debilitar, e incluso llegar a anular, la fiabilidad de toda ella. Es básica la actividad destinada a reconocer, localizar y controlar la mayoría de aquellos factores que puedan reducir el número de errores. Especialmente, aquellos errores que corresponden al entrevistador, ya que es relativamente más fácil intervenir para mejorarla; mientras que es mucho más difícil, por no decir imposible, el adiestrar al entrevistado para que facilite la información adecuadamente.

1.20. EL ENTREVISTADOR

- a) **Sesgo al preguntar:** el entrevistador puede modificar las preguntas si no las lee tal como están escritas. Por ejemplo, acortándolas, formulándolas de un modo diferente para simplificar el lenguaje, orientar indirectamente hacia algún tipo de respuesta.
- b) **“Probing”:** este efecto tiene lugar cuando el entrevistado no ha dado una respuesta satisfactoria y el entrevistador busca una respuesta completa, fiable y relevante a esa pregunta.

- c) **Interacción:** es un proceso que se caracteriza por la relación de reciprocidad que se da entre los participantes, en un momento y lugar concretos, con un objetivo en particular.
- d) **Sesgo al transcribir la respuesta:** puede que el entrevistador tenga tendencia, al transcribir las respuestas de preguntas abiertas, de intentar mejorar las respuestas del entrevistado. Por ejemplo, intentar darle una mayor coherencia y claridad, o interpretarlas de modo que se aproxime a sus propias expectativas.
- e) **Motivación:** el entrevistador se puede equivocar a la hora de intentar motivar a los informantes, o lo ha motivado insuficientemente. La situación emocional del entrevistado también puede afectar sensiblemente a los resultados.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE BERMEJO

El municipio de Bermejo se encuentra ubicado en la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija a 208 Km. de la ciudad de Tarija. Geográficamente está entre las coordenadas **22°43'55.4" de latitud sur** y **64°20'14.1" de Longitud Oeste**; con los siguientes límites: al Norte limita con la serranía de San Telmo y la colonia Ismael Montes, al este con el río Tarija y la república Argentina, y al Sur con las Juntas de San Antonio y la república Argentina. Situándose a una altitud media de 400 m.s.n.m. Tiene una extensión territorial de 380.90 km²., que representa 1,01% del territorio departamental, el municipio de Bermejo está conformado por nueve distritos; de los cuales, cinco pertenecen al área urbana (integradas por 27 barrios), y cuatro distritos al área Rural (Arrozales, Candaditos y Porcelana), constituidos por 25 comunidades (PDM, 2009).

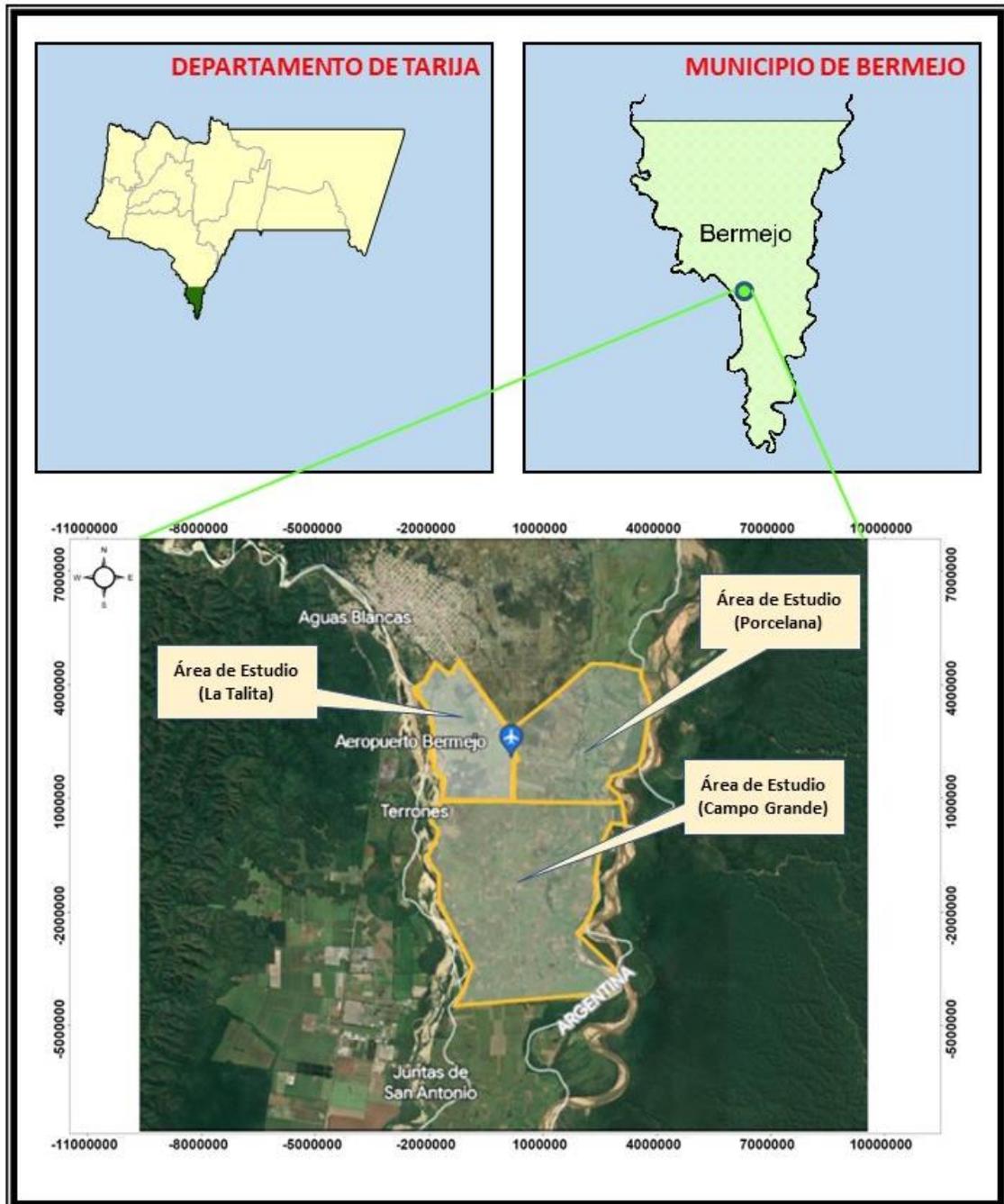
Tabla 10. Distritos del área rural del municipio de Bermejo

Distrito N° 6	Distrito N° 7	Distrito N° 8	Distrito N° 9
N° Comunidad	N° Comunidad	N° Comunidad	N° Comunidad
1 Cercado	5 Candado Chico	14 Arrozales	22 Talita
2 El Nueve	6 Candado Grande	15 Alto Calama	23 Campo Grande
3 Cabecera El Nueve	7 Flor De Oro	16 Quebrada Chica	24 Porcelana
4 Urb. 25 de Enero	8 Los Pozos	17 Colonia J.M. Linares	25 Naranjitos
	9 Santa Rosa	18 Colonia Barredero	
	10 La Florida	19 Colonia San Luís El Anta	
	11 Villa Nueva	20 El Toro	
	12 El Cinco	21 Cañadón Buena Vista	
	13 Naranjo Dulce		

Fuente: Comité de vigilancia 2009 (Encuesta comunal).

Aspectos Geográficos

Figura 3. Mapa de ubicación de las tres comunidades en Bermejo



Fuente: Elaboración Propia

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1. Ubicación

Este trabajo se realizó en tres comunidades sobre la evaluación de la aplicación de fertilizantes en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) a través de encuestas en las comunidades de La Talita, Campo Grande y Porcelana del municipio de Bermejo, capital de la segunda sección de la provincia Arce.

2.3. ASPECTOS FÍSICO – NATURALES DEL MUNICIPIO DE BERMEJO

2.3.1. Característica del Ecosistema

2.3.1.1. Altitudes. Las altitudes cambian desde los 420 hasta los 2.190 m.s.n.m., condicionando el tipo de relieve como, por ejemplo: los terrenos muy escarpados, donde dominan las pendientes mayores al 60% y se encuentran a altitudes comprendidas entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m., que presenta rasgos erosivos por el rápido escurrimiento; Por otro lado, están los terrenos moderadamente escarpados, que presentan pendientes entre, el 15% al 60% con altitudes que varían entre 500 a 1.000 m.s.n.m.

Tabla 11. Superficie y unidades fisiográficas de Bermejo.

Unidades Fisiográficas	SUP. (Has.)	%
Serranía media de disección moderna	8.460,0	22,2
Serranía baja de disección moderada	5.246,0	13,9
Colinas medias de disección fuerte	4.774,4	12,5
Colina baja de disección moderada	2.599,6	16,0
Terraza aluvial alta de disección ligera	9.298,0	13,9
Complejo de terrazas aluviales de disección ligera	10.864,0	2,9
Terraza aluvial baja	2.375,4	6,2

Fuente: Plan de uso del Suelo y Ordenamiento Urbano.

2.3.1.2. Relieve. El Municipio situado a 208 Km. de la ciudad de Tarija, está circundado por los ríos de Bermejo y el Grande de Tarija. Comprendiendo un complejo

de terrazas aluviales de variabilidad ligera, que se localiza en las llanuras cercanas al río Bermejo, cubriendo las comunidades como: Candado Chico, Candado Grande y zonas adyacentes a Los Pozos. Este paisaje cuenta con, relieves planos e inclinados de pendientes menores al 5%; las terrazas son mucho más estrechas y de varios niveles, típico de los ríos de montañas PDM (2.009).

2.3.1.3. Suelos. Los suelos de Bermejo, se caracterizan por ser moderadamente profundos a profundos, de textura franco arcilloso, con bloques sub-angulares y poca presencia de afloramientos rocosos; respecto a su fisiografía y topografía, las serranías presentan suelos altamente susceptibles a la erosión, de textura gruesa, en directa relación con la roca madre extensamente exteriorizada. Los valles presentan suelos profundos a muy profundos con texturas medias o finas. El estudio de suelos realizado en el triángulo de Bermejo en una superficie de 9.188 has., reveló que 8.300 h⁻¹, son apropiadas para uso agrícola bajo riego y 879 has aptas para ganadería, la producción de dicho estudio muestra las siguientes clases de tierras:

Tabla 12. Superficie ocupada según la clasificación de tierras

Clase	Superficie (Has.)
I	2.157,6
II	3.558,8
III	2.292,6
IV	298,8
V	790,0
VI	89,2
Total	9.188,0

Fuente: Plan de uso de suelos y ordenamiento Urbano SIM SRL.

2.4. MATERIALES

2.4.1. Material Experimental

Las encuestas se realizaron a los productores cañeros de las comunidades de La Talita, Porcelana y Campo Grande con el objetivo de conocer qué tipo de fertilización utilizan para la producción de la caña de azúcar y como lo aplican en sus distintas fases para

determinar el requerimiento de la planta según las prácticas de los agricultores de las zonas indicadas.

2.4.2. Materiales de Campo

- Celular
- Encuestas
- Cámara fotográfica
- Tablero
- Libreta de campo
- Pala
- Picota
- Saca bocado
- Transporte (motorizado)

2.4.3. Materiales de Gabinete

En la etapa final de redacción y corrección del documento se utilizará los siguientes materiales.

- Computadora
- Software Microsoft Excel (Gestor de Hoja de Cálculo)
- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Impresora

2.5. METODOLOGÍA

El procedimiento metodológico que se aplicó para realizar esta investigación descriptiva será la utilización de información primaria, toma de datos aplicando encuestas como una herramienta de recolección de información para hacer este estudio de los principales factores de fertilización adecuada para la producción de caña de azúcar,

Las encuestas se realizaron a los productores, en coordinación con las respectivas autoridades y presidentes de las OTB de las diferentes comunidades para el llenado de las encuestas, todo este proceso de investigación se realizó de acuerdo con la disponibilidad de tiempo de cada uno de los productores de caña de azúcar.

2.5.1. Selección del Área de Estudio

En este trabajo de investigación, se tomó en cuenta las comunidades de Porcelana, La Talita, y Campo Grande, en estas comunidades se encuentran gran parte de la producción de caña de azúcar del municipio de Bermejo. Considerando el número de productores cañeros, se tomó la muestra representativa para aplicar las encuestas.

2.6. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Análisis estadístico descriptivo: Esta metodología consiste en la recopilación y análisis de datos a través de la estadística descriptiva (Encuesta), lo que permite obtener información detallada sobre la aplicación de fertilizantes en la caña de azúcar en las comunidades de estudio. Esto podría incluir el análisis de la frecuencia de uso de fertilizantes, la cantidad aplicada, el tipo de fertilizante utilizado, entre otros aspectos. Este análisis puede ayudar a determinar la eficacia de la aplicación de fertilizantes en la producción de caña de azúcar.

2.7. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para el cálculo del tamaño de muestra (No. de entrevistas 119), ésta se realizó mediante la fórmula de muestras finitas (Santos et al., 2.003), dado que se conocía el universo a encuestar. Se graficó en primera instancia cada uno de los cuestionamientos con la finalidad de observar la frecuencia o recurrencia de respuestas (Malhotra, 2.008).

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población o Universo (entrevistados potenciales)

Z = Parámetro estadístico que depende del Nivel de Confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Si p=50%, q=50%, el parámetro estimado es $Z_{\alpha}=2,05$ resulta que tendríamos una seguridad (nivel de confianza) del 96% (para e =0,1). Vemos, por tanto:

En la comunidad de Porcelana se tiene una muestra de:

$$n = \frac{107 \times (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(0,1)^2 \times (107 - 1) + (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 53,26 \square 53$$

En la comunidad de Campo Grande se tiene una muestra de:

$$n = \frac{67 \times (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(0,1)^2 \times (67 - 1) + (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 41,15 \square 41$$

En la comunidad de la Talita se tiene una muestra de:

$$n = \frac{33 \times (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}{(0,1)^2 \times (33 - 1) + (2,050)^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 25,30 \square 25$$

De una población de 744 comunarios, solo los que se dedican a la producción de caña de azúcar son 207 productores que tienen sus terrenos con caña de azúcar en las tres comunidades del municipio de Bermejo, haciendo los cálculos de muestra obtenemos 119 cañeros para la encuesta; el propósito es de recolectar información sobre el modo de aplicar la fertilización en sus terrenos de caña de azúcar. El tamaño de la muestra en cada una de las tres comunidades es la siguiente:

Tabla 13. Cantidad de encuestados por comunidad

Comunidades	Población ¹	Productores de Caña de azúcar	Muestra	n
Porcelana	332,00	107	53,26	53,00
Campo Grande	256,00	67	41,15	41,00
La Talita	156,00	33	25,30	25,00
Total	744,00	207		119,00

Fuente: Elaboración Propia

2.8. FACTORES QUE SE ESTUDIÓ.

- **Análisis de suelos:** la fertilización debe basarse en un análisis previo de los suelos para determinar sus características químicas y físicas, así como las necesidades nutricionales de la caña de azúcar. Esto permitirá una aplicación adecuada de fertilizantes y una mayor eficiencia en el uso de los recursos.
- **Tipo de fertilizantes:** la elección del tipo de fertilizante es crucial para una correcta fertilización. Los fertilizantes deben ser seleccionados en función de las necesidades específicas de la caña de azúcar y de las características del suelo. Los fertilizantes orgánicos, como el compost y el abono, son alternativas sostenibles a los fertilizantes químicos.
- **Dosis de fertilizantes:** la dosis de fertilizantes debe ser calculada cuidadosamente para evitar la aplicación excesiva o insuficiente de nutrientes.

¹ Datos proporcionados por las OTB's (2022) de cada comunidad en el municipio de Bermejo.

Una dosis inadecuada puede afectar negativamente el crecimiento y rendimiento de la caña de azúcar.

- **Momento de aplicación:** el momento de aplicación de los fertilizantes también es importante para asegurar una correcta fertilización. Los fertilizantes deben ser aplicados en momentos específicos del ciclo de cultivo de la caña de azúcar para maximizar su efectividad.
- **Humedad del suelo:** la humedad del suelo puede influir en la absorción de nutrientes por parte de la caña de azúcar. Es importante realizar la aplicación de fertilizantes en momentos en que el suelo tenga la humedad adecuada para su absorción.
- **pH del suelo:** el pH del suelo es un factor importante en la disponibilidad de nutrientes para la caña de azúcar. Los suelos con un pH inadecuado pueden limitar la absorción de nutrientes, por lo que es importante ajustar el pH del suelo según sea necesario.
- **Variedad de caña de azúcar:** las diferentes variedades de caña de azúcar pueden tener necesidades nutricionales y tolerancias a diferentes niveles de nutrientes, lo que puede influir en la eficacia de la fertilización.
- **Condiciones climáticas:** las condiciones climáticas, como la temperatura y la humedad, pueden influir en la absorción de nutrientes por parte de la caña de azúcar. Es importante considerar las condiciones climáticas al momento de planificar la fertilización.
- **Manejo del cultivo:** el manejo adecuado del cultivo de caña de azúcar puede influir en la eficacia de la fertilización. Prácticas como el riego, el control de malezas y la poda pueden afectar la absorción de nutrientes por parte de la caña de azúcar.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados de acuerdo con los objetivos específicos planteados en la presente investigación:

3.1. BASE DE DATOS

En el siguiente cuadro se muestra el encabezado de la base datos compuestos por las **20 preguntas** realizadas a los **119 productores** de las comunidades de Campo Grande, La Talita y Porcelana involucrados en la presente investigación.

Además del tamaño de la **base de datos (Ver Anexo 9)**, la misma contiene información sobre:

Cuadro 1 Preguntas que se hicieron

Nro.	1. NOMBRE COMPLETO	2. REGISTRE SU COMUNIDAD (OTB)	3. ¿SITUACIÓN DEL DERECHO PROPIETARIO DE LAS TIERRAS QUE CULTIVA?	4. ¿CUÁNTAS HECTÁREAS TIENE CON PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR?	5. ¿COMO ES LA PREPARACIÓN DE SUELOS?	6. ¿EN QUE PERIODO REALIZA LA SIEMBRA?	7. ¿QUÉ VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR ES LA QUE SIEMBRA?	8. ¿QUÉ VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR TIENE MEJOR RENDIMIENTO?	9. ¿SU TERRENO CUENTA CON SISTEMA DE RIEGO?	10. ¿QUÉ SISTEMA DE RIEGO TIENE?
------	--------------------	--------------------------------	---	---	---------------------------------------	--	---	---	---	----------------------------------

Los datos de las tres comunidades en estudio en este trabajo que se realizó de evaluación de la aplicación de fertilizantes en caña de azúcar y como lo aplican los productores cañeros en el municipio de Bermejo.

Continuación del Cuadro 1.

Nro.	1. NOMBRE COMPLETO	11. ¿QUÉ LABORES CULTURALES REALIZA EN LA CAÑA DE AZÚCAR?	12. ¿USTED FERTILIZA SUS TERRENOS?	13. ¿QUE FERTILIZANTE EMPLEA PARA ABONAR SUS TERRENOS?	14. ¿DOSIS DE FERTILIZANTE POR HECTÁREA (Kg/Ha)?	15. ¿PORQUÉ EMPLEA ESA DOSIFICACIÓN?	16. ¿CUÁNDO REALIZA LA FERTILIZACIÓN EN CAÑA DE AZÚCAR?	17. ¿CUÁL ES EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE Tn/Ha?	18. ¿SEGÚN SU EXPERIENCIA A QUE FACTORES SE DEBE EL BAJO RENDIMIENTO EN CAÑA DE AZÚCAR?	19. ¿QUÉ FACTORES CLIMÁTICOS EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR?	20. ¿SU COMUNIDAD CUENTA CON ALGUNA INSTITUCIÓN PARA REALIZAR ANÁLISIS DE SUELO?
------	--------------------	---	------------------------------------	--	--	--------------------------------------	---	--	---	---	--

Determinar los principales factores que impiden una correcta fertilización en el cultivo de la caña de azúcar por medio de encuestas (preguntas **12**, **18** y **19**) que fueron respondidas por los productores cañeros del municipio de Bermejo. El detalle de la base de datos se muestra en el (**Anexo 9**).

3.1.1. Registro de la Cantidad de Encuestados por Zona de Producción

Tabla 14. Pregunta 2 Registre su comunidad (OTB)

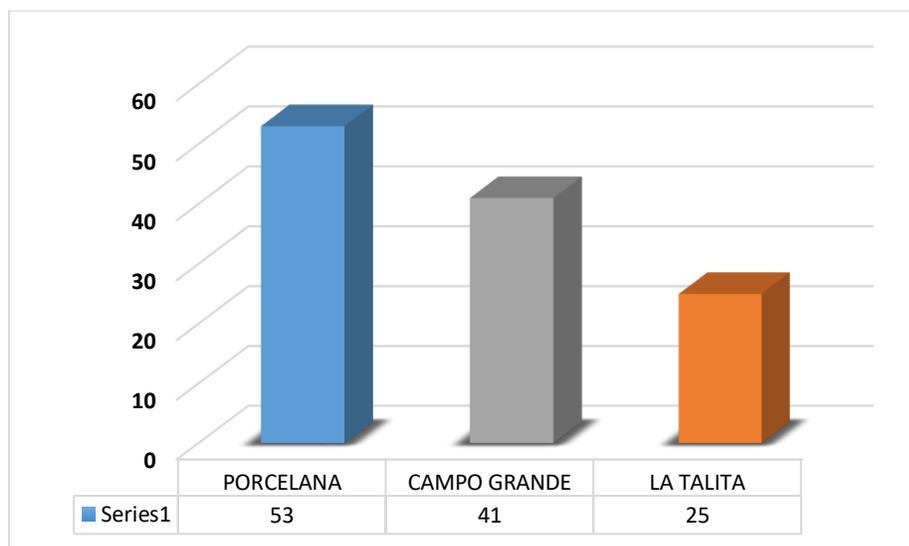
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Porcelana	53	45,5%
Campo Grande	41	34,5%
La Talita	25	21,0%
Total	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la **Tabla 14**, se entrevistaron a 119 productores de los cuales 45% son de la comunidad de Porcelana, 34% pertenecen a la comunidad de Campo Grande, 21% a la comunidad de La Talita.

Los productores de caña azúcar encuestados de las tres comunidades del municipio de bermejo se muestran en la siguiente Figura 4:

Figura 4. Pregunta 2 Registre su comunidad (OTB)



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Situación del Derecho Propietario de las Tierras que Cultivan

Tabla 15. Pregunta 3 ¿Situación del derecho propietario de las tierras que cultiva?

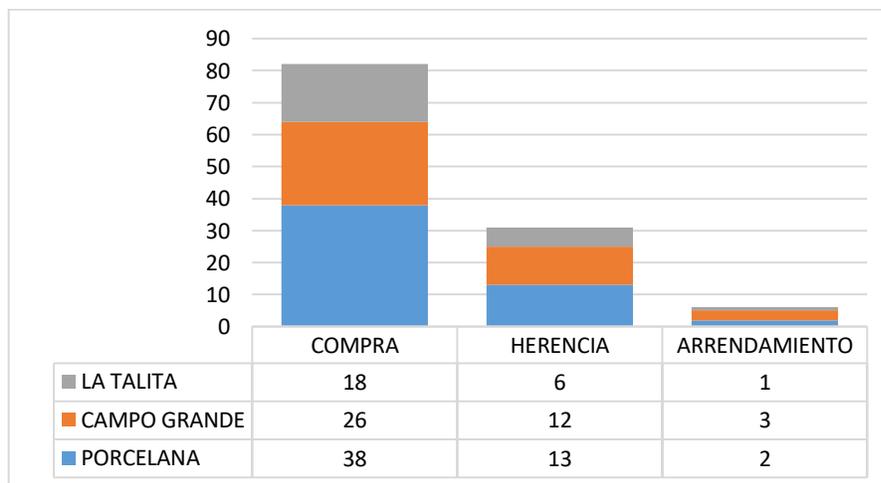
Descripción	Porcelana	Campo Grande	La Talita	Total	%
Compra	38	26	18	82	69%
Herencia	13	12	6	31	26%
Arrendamiento	2	3	1	6	5%
Total	53	41	25	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la **Tabla 15** que entre los encuestados la situación del derecho propietario de tierras el 69% es por compra de tierras y el 5 % encuestados es por arrendamiento en las comunidades del municipio de Bermejo.

El nivel más bajo de la situación de derecho propietario es por el arredramiento de terrenos para la siembra de caña de azúcar por sus precios bajos del azúcar que vino de sufriendo los años anteriores como se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Pregunta 3 ¿Situación del derecho propietario de las tierras que cultiva?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Hectáreas que los Productores tienen con Caña de Azúcar

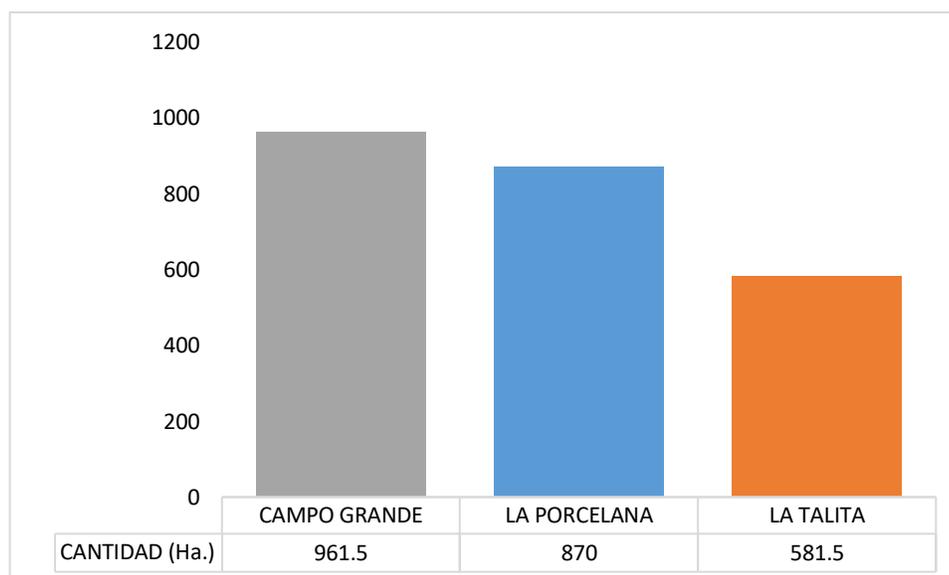
Tabla 16. Pregunta 4 ¿Cuántas hectáreas tiene con producción de caña de azúcar?

Descripción	Cantidad (Ha.)	Porcentaje
Campo Grande	961,5	39,85%
Porcelana	870,0	36,05%
La Talita	581,5	24,10%
Total	2.413,0	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 16** se observa que en Campo Grande tiene 39,85% de hectáreas, siendo la comunidad con el mayor porcentaje y La Talita con 24,10% hectáreas con la menor cantidad de terrenos de siembra de caña de azúcar. Asimismo, podemos observar la distribución de Ha por comunidad en la **Figura 6** siguiente:

Figura 6. Pregunta 4 ¿Cuántas hectáreas tiene con producción de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Preparación de Terrenos para la Siembra de Caña de Azúcar

Tabla 17. Pregunta 5 ¿Cómo es la preparación de suelos para la siembra de caña de azúcar?

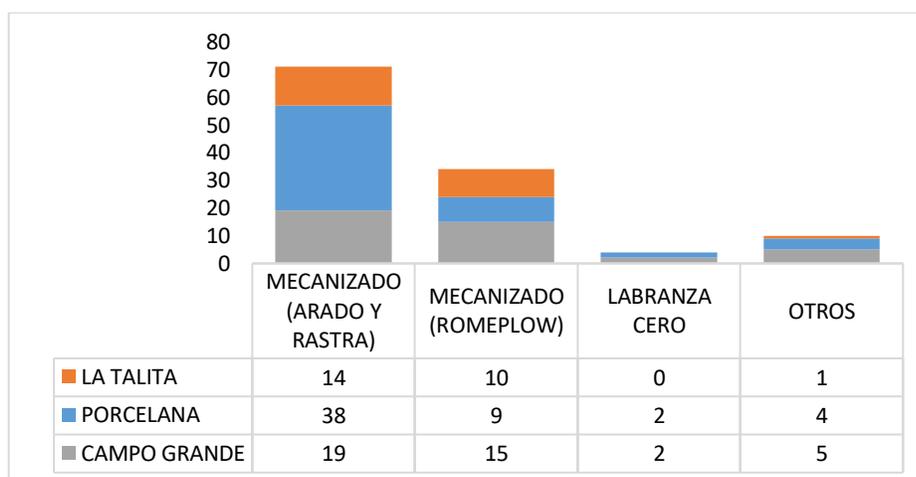
Descripción	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total	%
Mecanizado (Arado Y Rastra)	19	38	14	71	59,67%
Mecanizado (Romeplow)	15	9	10	34	28,57%
Labranza Cero	2	2	-	4	3,36%
Otros	5	4	1	10	8,40%
Total	41	53	25	119	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 17** de las encuestas realizadas a los productores de las tres comunidades 59,67% es el mayor porcentaje lo hace mecanizado con el arado y rastra para la preparación de los terrenos para siembra de caña de azúcar en el municipio de Bermejo y el 3,36% con el menor porcentaje de los encuestados hacen labranza cero.

Existe un mayor porcentaje con la preparación mecanizado de suelos para la siembra de caña de azúcar ya que son terrenos planos su gran mayoría y es en menor porcentaje la labranza cero lo hacen en terrenos donde no permite el ingreso de maquinaria o para hacer una resiembra cuando los espacios son mayores aun metro entre planta y otra. Este resultado se puede observar mejor en la siguiente figura:

Figura 7. Pregunta 5 ¿Cómo es la preparación de suelos?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5. Meses que Realizan la Siembra de Caña de Azúcar

Tabla 18. Pregunta 6 ¿En qué mes realiza la siembra de caña de azúcar?

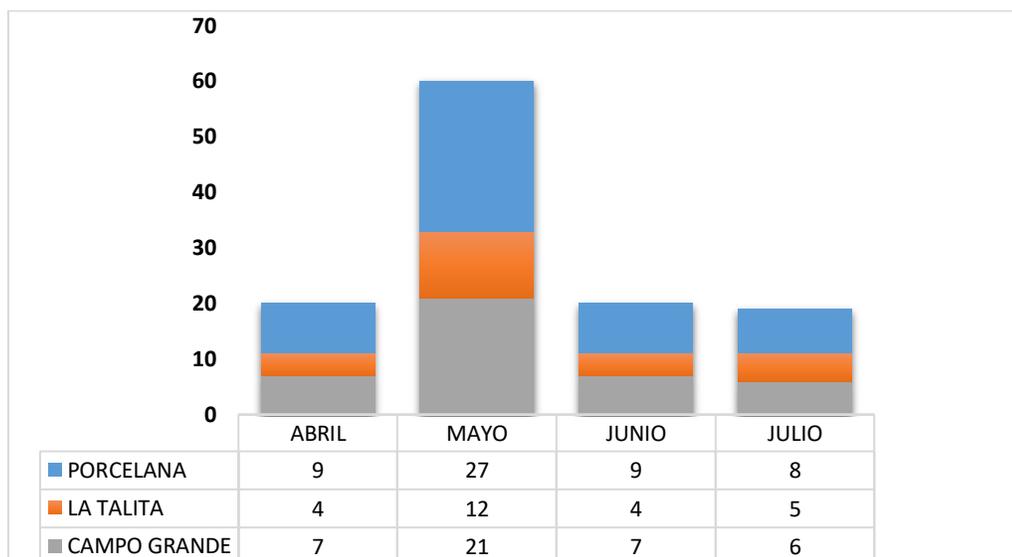
Mes	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
Abril	7	4	9	20	17%
Mayo	21	12	27	60	51%
Junio	7	4	9	20	17%
Julio	6	5	8	19	15%
Total	41	25	53	119	100,00

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 18**, los encuestados señalan con el mayor porcentaje el mes de mayo con el 51% que realizan la siembra de caña de azúcar y el mes de julio está con 15% con el porcentaje más bajo en la siembra de caña de azúcar.

Los encuestados indican que el mes de mayo se disponen semilla de calidad caña de azúcar y su brotación es segura y mano de obra disponible, en cambio en el mes de julio bajan las temperaturas afectando los semilleros de caña de azúcar con las heladas. Este resultado se puede apreciar mejor en la figura:

Figura 8. Pregunta 6 ¿En qué periodo realiza la siembra?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.6. La Variedad de Caña de Azúcar que Siembran los Productores

Tabla 19. Pregunta 7 ¿Qué variedad de caña de azúcar es la que siembra?

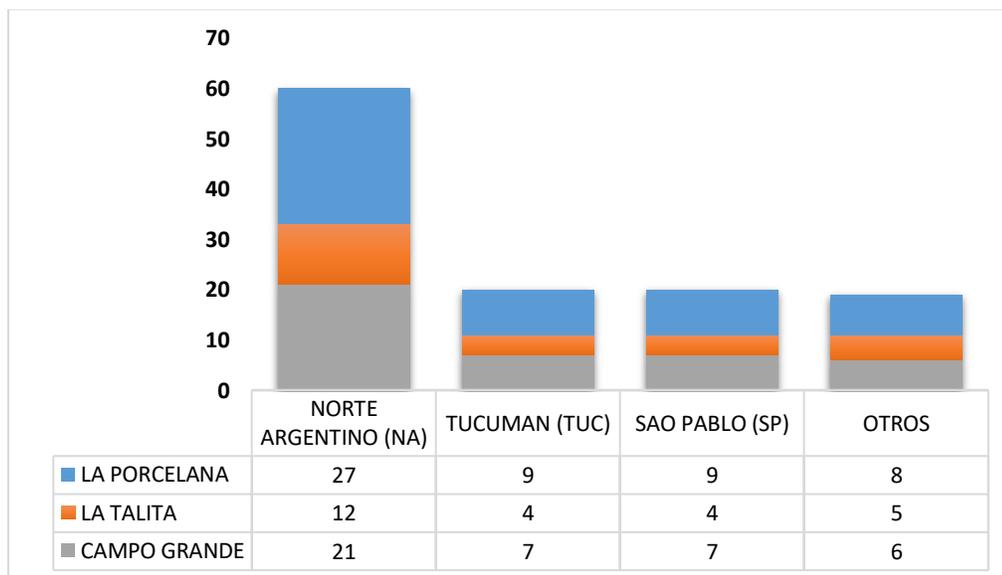
Variedad de Caña de Azúcar	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
Norte Argentino (NA)	21	12	27	60	50,42%
Tucuman (TUC)	7	4	9	20	16,81%
Sao Pablo (SP)	7	4	9	20	16,81%
Otras (BAMBÚ)	6	5	8	19	15,96%
Total	41	25	53	119	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 19**, los productores en su mayoría indican la variedad más sembrada de caña de azúcar es la Norte Argentino 85-1602 (NA) 50,42% en el municipio de Bermejo y con el menor porcentaje la Bambú 85-145 (NA) 15,96%.

Ellos indican que la caña Norte Argentina es la que mejor se adapta a los suelos de estas tres comunidades y teniendo un buen rendimiento fabril y la variedad Bambú es la de menor porcentaje en la siembra de caña de azúcar porque no se adapta a cualquier suelo. Se muestra en la figura:

Figura 9. Pregunta 7 ¿Qué variedad de caña de azúcar es la que siembra?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.7. La Variedad de Caña de Azúcar que tiene Mejor Rendimiento

Tabla 20. Pregunta 8 ¿Qué variedad de caña de azúcar tiene mejor rendimiento para usted en su terreno?

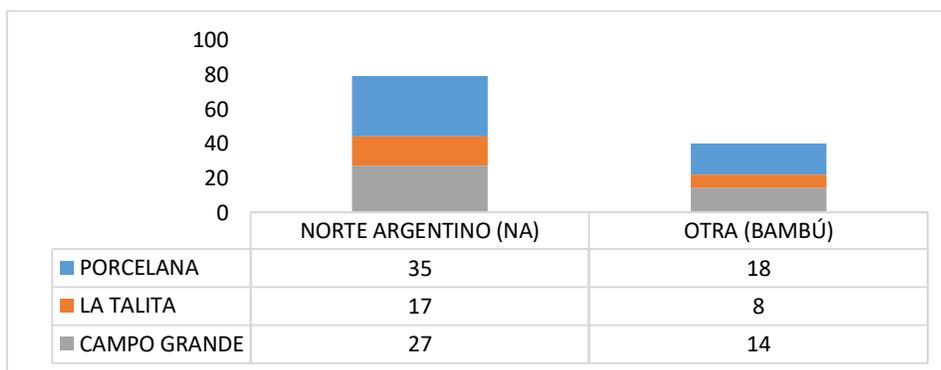
Variedad de caña de azúcar	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
Norte Argentino (NA)	27	17	35	79	66%
Otra (BAMBÚ)	14	8	18	40	34%
TOTAL	41	25	53	119	100

Fuente: Elaboración Propia

Según **Tabla 20**, los productores encuestados señalan que la variedad de caña de azúcar con mejor rendimiento en 66% la del Norte Argentino 85- 1.602 (NA) y con menor rendimiento la variedad de caña de azúcar con el 34% la Bambú 85-145 (NA)

Los productores de las tres comunidades indican que la variedad norte Argentina NA 85- 1.602 está con el mejor rendimiento por su ser una variedad crece hasta 2.5 a 3 mts, se adapta a una gran variedad de suelos y tiene un buen en porcentaje en sacarosa. La variedad Bambú NA85-145 está con 34% es una variedad muy pesada se adapta muy bien en suelos que tengan buena húmeda crese hasta los 3 mts. lo malo cuando hay quemazones en tiempo de zafra dura siete días y empieza a no dar grados de sacarosa para la entrega fabril ver a continuación figura:

Figura 10. Pregunta8 ¿Qué variedad de caña de azúcar tiene mejor rendimiento para usted en su terreno?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.8. Recursos Hídricos para el Riego del Terreno

Tabla 21. Pregunta 9 ¿Su terreno cuenta con riego?

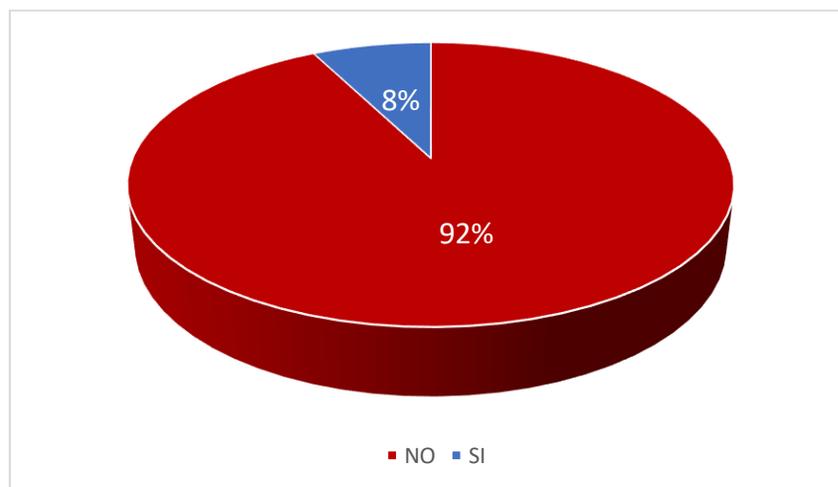
Respuesta	Porcelana	Campo grande	La Talita	Total	%
No	49	38	23	110	92%
Si	4	3	2	9	8%
Total	53	41	25	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 21**, los productores encuestados casi en su totalidad con un 92% indican que no cuentan con sistema de riego y 8% si poseen un sistema de riego.

Los encuestados indican que no hacen la aplicación de riego porque sus terrenos están alejados del río no hay canales de riego que pase por los terrenos para facilitar el riego de sus terrenos los que cuentan con riego lo aplican en temporadas críticas de sequía. Este resultado se puede observar en la siguiente figura:

Figura 11. Pregunta 9 ¿Su terreno cuenta con de riego?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.9. El Sistema de Riego que Poseen

Tabla 22. Pregunta 10 ¿Qué sistema de riego tiene?

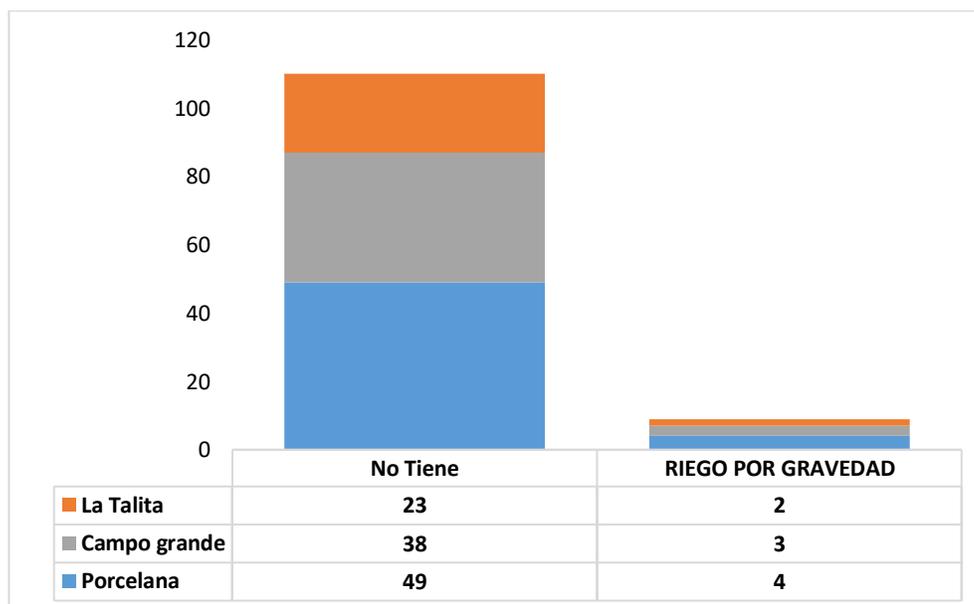
Pregunta	Porcelana	Campo Grande	La Talita	Total	%
No Tiene	49	38	23	110	92%
Riego Por Gravedad	4	3	2	9	8%
Total	53	41	25	119	100%

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 22**, los productores encuestados indican en primer lugar con un 92% que no cuentan con sistema de riego; 8% si poseen un sistema de riego.

Los productores encuestados en una mayoría muy relevante respondieron que no hacen la aplicación de riego porque tienen terrenos que están alejados de los ríos no hay canales de riego que pase por los terrenos para facilitar el riego de los cañales. los que hacen la aplicación de riego en el cultivo de caña de azúcar utilizan el sistema por gravedad (surco) lo hace con motobombas en época de sequía y colindan con el rio sus terrenos. Según se muestra en la siguiente figura:

Figura 12. Pregunta 10 ¿Qué sistema de riego tiene?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.10. Labores Culturales que Realizan en Producción de la Caña de Azúcar

Tabla 23. Pregunta 11 ¿Qué labores culturales realiza en la caña de azúcar?

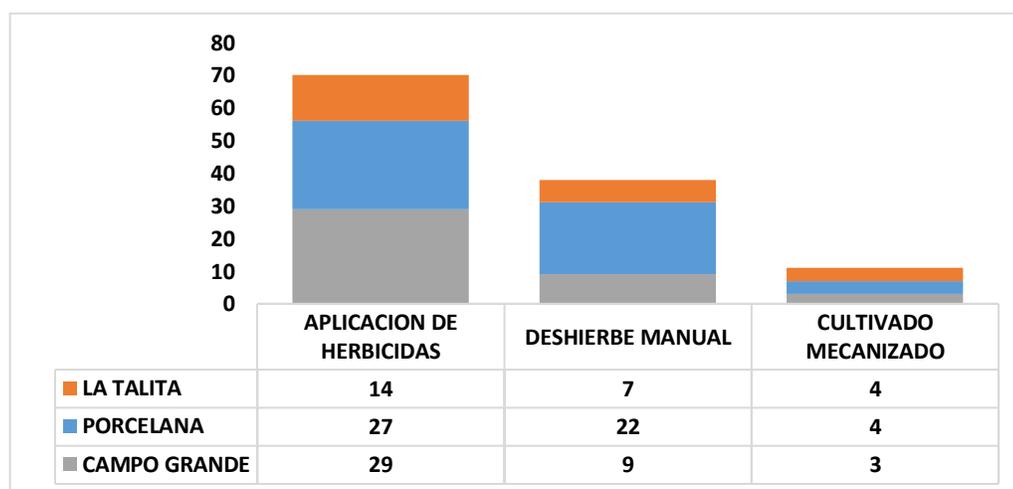
Descripción	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total General	%
Aplicación de Herbicidas	29	27	14	70	59%
Deshierbe Manual	9	22	7	38	32%
Cultivado Mecanizado	3	4	4	11	9%
Total	41	53	25	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 23**, de los productores encuestados respondieron en su gran mayoría de las tres comunidades, 59% que realizan la aplicación de herbicidas, y el 9% hacen deshierbe manual.

Los productores en su gran mayoría señalan que hacen la aplicación de herbicidas para facilitar el control de malezas siendo esto más eficiente y rápido. La limpieza continúa hasta que la vegetación se cierre y lo mismo ocurre con caña soca antes de que las malezas empiecen a germinar. Los que realizan el control de malezas con la cultivadora hasta que el tractor pueda ingresar al cañal si la caña esta crecida empieza a quebrarse la caña; estos agricultores tienen tractor para hacer los pases, las veces que lo quieran el cultivo de caña de azúcar. Se puede ver en la siguiente figura:

Figura 13. Pregunta 11 ¿Qué labores culturales realiza en la caña de azúcar?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.11. Fertilización de los Terrenos

Tabla 24. Pregunta 12 ¿Usted fertiliza sus terrenos?

Respuesta	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total	%
No	30	40	17	87	73%
Si	11	13	8	32	27%
Total	41	53	25	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 24**, de la encuesta realizada productores el 73% indican que no fertiliza y 27% si realizan la fertilización.

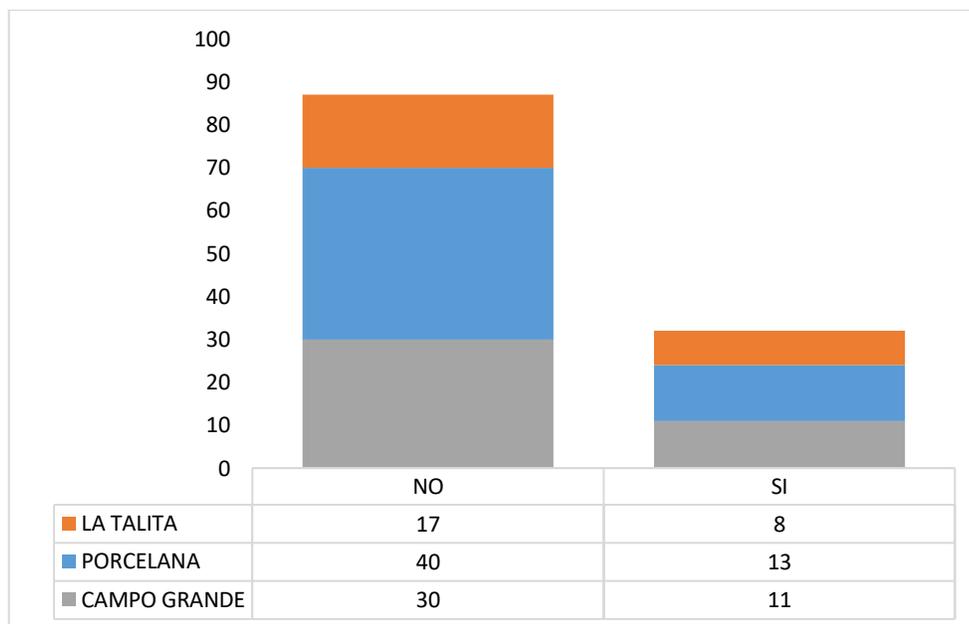
De los encuestados en la comunidad de Porcelana, se encuentra Porcelana Bajo que son terrenos planos haciendo una superficie de 1000 Ha, que colinda con el rio grande de Tarija y en Campo Grande dentro de la misma comunidad se encuentra zona Cotagaita y Campo Grade bajo, con superficies planas de 800 Ha y también colinda con el rio Grande de Tarija. Estas comunidades en época de lluvia cuando son muy frecuentes y torrenciales, el rio Grande de Tarija y el rio Bermejo hacen su encuentro en la junta de San Antonio, donde se unen los dos ríos y esto provoca un golpe frenando el caudal del agua, provocando una crecida del nivel del agua del rio Grande de Tarija.

Esto hace que las aguas cubran los terrenos con caña de azúcar de las zonas bajas que colindan con el rio Grande de Tarija y queden totalmente anegados de lodo, arena y palizada; esto vendría hacer una fertilización natural, en época de sequía mantienen una buena humedad para el desarrollo de la caña de azúcar y tienen un rendimiento de 60 a 70 toneladas por hectárea de caña de azúcar solo tienen que hacer el control de malezas de los cañaverales. Los propietarios de estos terrenos no fertilizan y entre las dos comunidades suman una superficie de 1800 Ha.

También señalan los productores que tienen los terrenos que no colindan con los ríos y están a un nivel más elevados dentro de las comunidades de Campo Grande, Porcelana y La Talita. Estos tienen un bajo en rendimiento de caña de azúcar los que no fertilizan y no hacen el control de malezas a su debido tiempo, su producción de caña de azúcar

es muy bajo dando un promedio de 20 – 30 Tn/Ha. de caña de azúcar. Hay otros terrenos donde no siembran y están llenos de malezas por varios años por falta de fertilización aplicación de fertilizantes para el cultivo de caña de azúcar. Así se muestra la siguiente figura:

Figura 14. Pregunta 12 ¿Usted fertiliza sus terrenos?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.12. Fertilizantes que Emplean para Abonar sus Terrenos

Tabla 25. Pregunta 13 ¿Qué fertilizantes emplea para abonar sus terrenos?

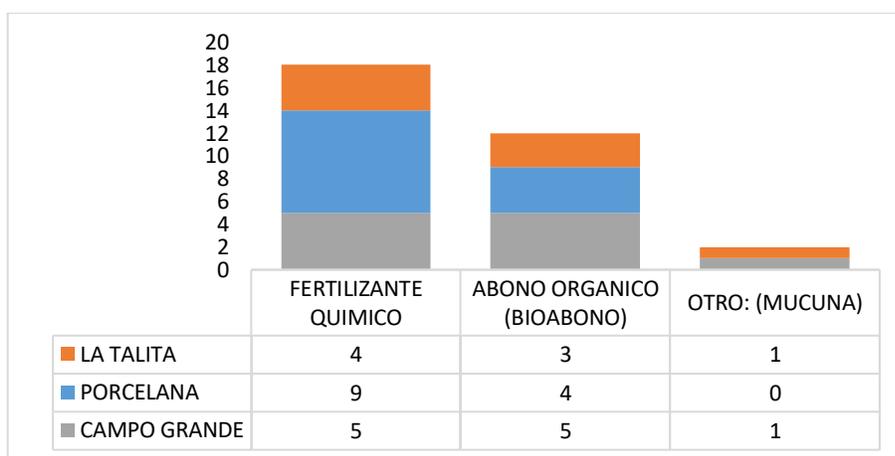
Descripción	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total	%
Fertilizante Químico	5	9	4	18	56,25%
Abono Orgánico (Bioabono)	5	4	3	12	37,50%
Otro: (Mucuna)	1	-	1	2	6,25%
Total	11	13	8	32	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 25**, los productores encuestados en las tres comunidades señalan que del 100% solo el 27% si realizan la fertilización y dentro de los que, si fertilizan, se distribuyen de la siguiente manera 56,25% lo hace con abono químico, 37,50% Abono Orgánico (Bioabono) y 6,25% otros (Mucuna).

Esto refleja una información más relevante respecto a la mayor aplicación del fertilizante químico que utilizan las tres comunidades con mayor frecuencia debido a la facilidad de la incorporación al suelo y su rápida aplicación. En cambio, el Bioabono es más trabajoso para la incorporación a los cultivos de caña de azúcar, pero se tiene muy buenos resultados con la aplicación de Bioabono, porque se conserva más tiempo en el suelo del cultivo de caña de azúcar. A continuación, se muestra en la figura:

Figura 15. Pregunta 13 ¿Qué fertilizantes emplea para abonar sus terrenos?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.13. Dosis de Fertilizante en Kilogramos por Hectárea que se Emplea

Tabla 26. Pregunta 14 ¿Qué dosis de fertilizante en kilogramos por hectárea emplea?

Descripción	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total General	%
Fertilizante Químico²	5	9	4	18	56,25%
85	0	1	0	1	
100	0	0	1	1	
110	0	2	0	2	
120	1	0	1	2	
130	1	0	0	1	
150	3	3	1	7	
160	0	2	0	2	
180	0	0	1	1	
200	0	1	0	1	
Abono Orgánico (Bioabono)	5	4	3	12	37,50%
1400	0	1	0	1	
1500	2	0	2	4	
1600	1	0	0	1	
2000	1	0	0	1	
2500	0	1	1	2	
4500	0	1	0	1	
5000	1	0	0	1	
6500	0	1	0	1	
Otros: (Mucuna)	1	0	1	2	6,25%
Otros: (Mucuna)	1	0	1	2	
Total	10	13	7	32	100,0%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 26**, se detalla la cantidad de fertilizante utilizado en Kg/Ha siendo de mayor utilización el Fertilizante químico en 56,25% y en un menor porcentaje de 6,25% la mucuna como incorporación de materia orgánica al suelo.

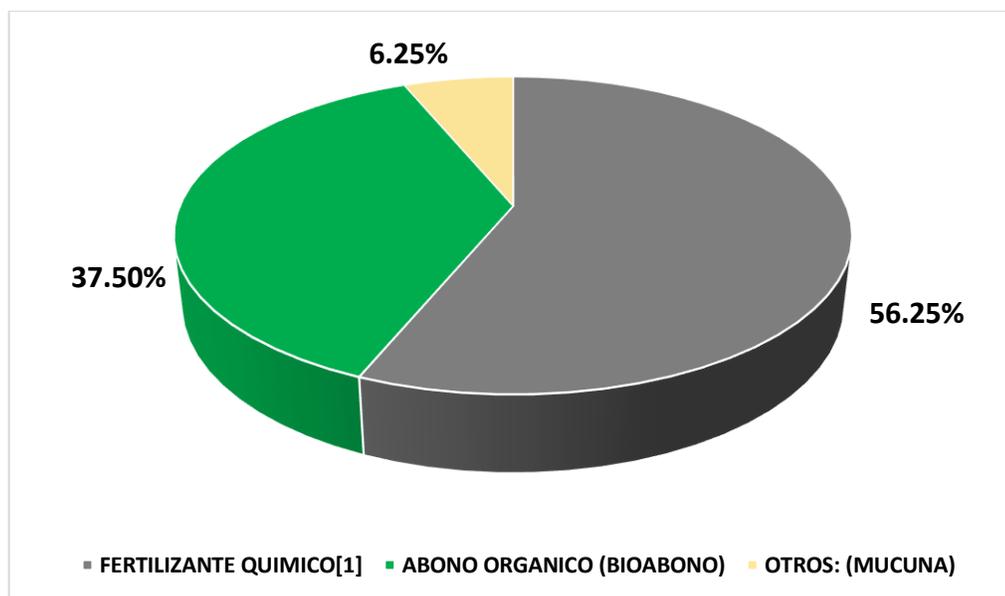
² El tipo de fertilizante químico más utilizado en la aplicación en caña de azúcar es:

- **En superficie:** UREA 200Kg/ha, concentración 46%, dosis 2,8 Kg/surco, dosis de N 92 Kg/ha.
- **Incorporado:** 18-46-00 110Kg/ha, concentración N18 P46, dosis 15 Kg/surco, dosis N23,4 Kg/ha y P60 Kg/ha.

La forma que aplican en Bermejo los fertilizantes es en el momento de siembra utilizan abono 18-00-46 de potación aplicando la cantidad de 1,5 a 1 kg por surco de 100 mts y lo incorporan a lado de los esquejes de semilla de caña de azúcar. Luego lo tapan con tierra y la aplicación de urea lo hacen en la brotación con la cultivadora a los 3 meses utilizando de 2 a 1 kg por surco de 100 mts. Para todo estos ellos no hacen análisis de suelo, pero ellos comentan que tienen buenos resultados con estas cantidades de fertilizantes.

La aplicación de Bioabono en Bermejo en el momento de la siembra de caña de azúcar y lo hacen echando en la tierra al lado de la semilla de la caña en el surco y luego realizan el tapado con tierra a sí quedando incorporado el abono en el momento de la siembra. También lo hacen la aplicación en caña soca transportando en carretilla o bolsa esparciendo al lado de la sepa y luego lo tapan con la cultivadora. Así mismo se muestra la siguiente Figura:

Figura 16. Pregunta 14 ¿Dosis de fertilizante por hectárea?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.14. Aplicación de la Dosis de Fertilizante

Tabla 27. Pregunta 15 ¿Por qué emplea esa dosificación?

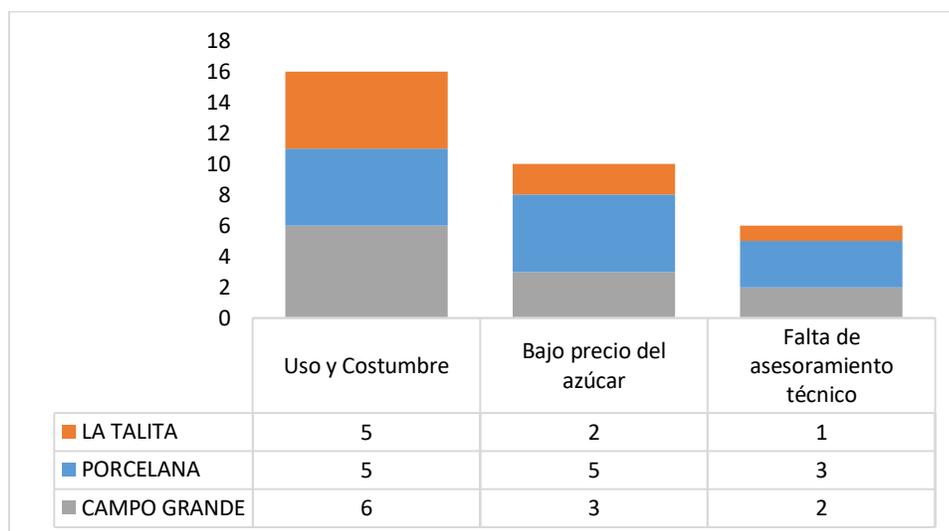
Detalle	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total	%
Uso y Costumbre	6	5	5	16	50%
Bajo precio del azúcar	3	5	2	10	31%
Falta de asesoramiento técnico	2	3	1	6	19%
Total	11	13	8	32	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 27**, los encuestados respondieron por mayoría que 50% emplea esa dosificación por usos y costumbres y el 19% por falta de asesoramiento técnico.

La gran mayoría hace la aplicación en esa dosificación, por ellos ven que se obtiene mejores rendimientos de caña azúcar a comparación de los que no hacen ninguna aplicación de fertilizantes a sus cañales. Otros cañeros comentan que no hay un asesoramiento técnico especializado que los guíe y haga demostraciones en cañales del correcto manejo del cultivo en el municipio de Bermejo. Estos resultados observar mejor en la siguiente figura:

Figura 17. Pregunta 15 ¿Por qué emplea esa dosificación?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.15. Época de Aplicación de Fertilizantes en la Caña de Azúcar

Tabla 28. Pregunta 16 ¿Cuándo realiza la fertilización en la caña de azúcar?

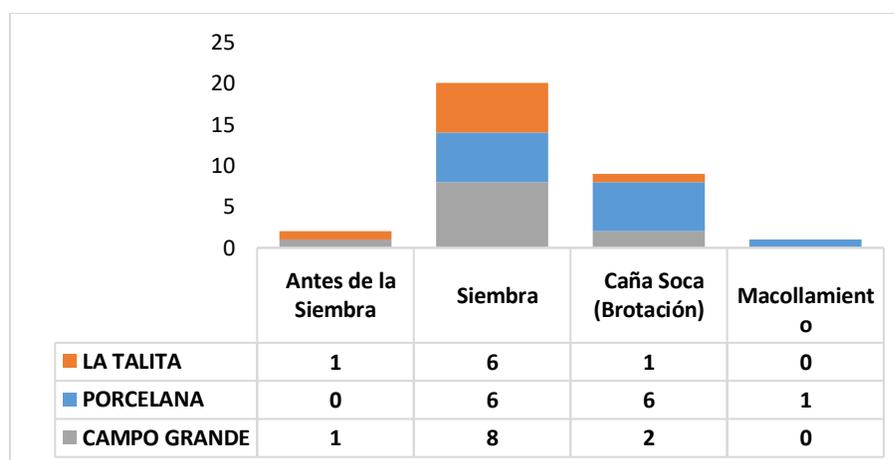
Fase De Aplicación	Campo Grande	Porcelana	La Talita	Total	%
Antes de la Siembra	1	0	1	2	6%
Siembra	8	6	6	20	63%
Caña Soca (Brotación)	2	6	1	9	28%
Macollamiento	0	1	0	1	3%
Total	11	13	8	32	100

Fuente: Elaboración Propia

Según la **Tabla 28**, el 63% de los encuestados realizan la fertilización en la Siembra de caña de azúcar y el 3% lo realiza en macollamiento.

Los productores cañeros ven conveniente hacer la fertilización en el momento de la siembra, lo aplican al lado de la semilla de caña de azúcar y haciendo su respectivo tapado con tierra, todo esto para que tenga una mejor brotación en la producción de caña de azúcar. Con respecto al macollamiento, el productor cañero lo hace en el tercer mes de sembrado la caña, al lado de los brotes y tapado con la cultivadora. Todas estas labores culturales lo realizan sin ningún asesoramiento técnico. Así se muestra en la siguiente tabla:

Figura 18. Pregunta 16 ¿Cuándo realiza la fertilización en la caña de azúcar?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.16. Rendimiento de la Caña de Azúcar en Toneladas por Hectárea

Tabla 29. Pregunta 17 ¿Cuál es el rendimiento promedio de Tn/Ha?

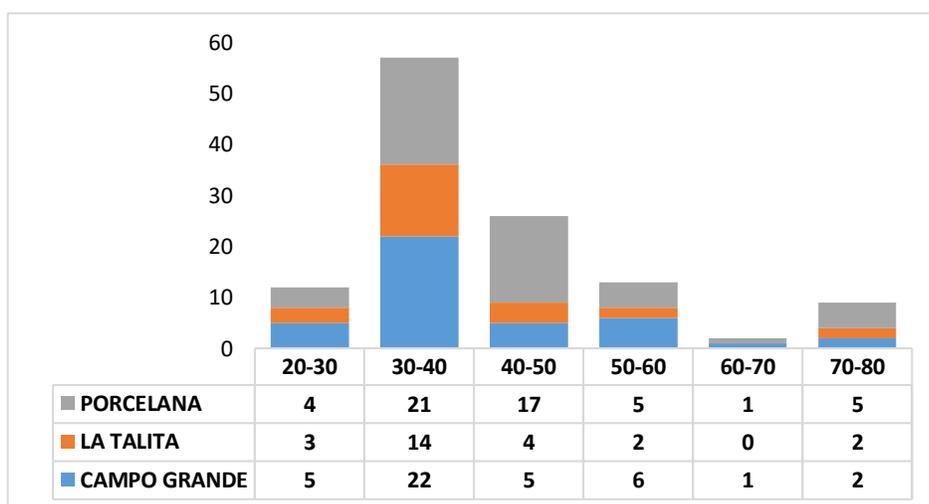
Rendimiento Tn/Ha	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
20-30	5	3	4	12	10%
30-40	22	14	21	57	48%
40-50	5	4	17	26	22%
50-60	6	2	5	13	11%
60-70	1	0	1	2	2%
70-80	2	2	5	9	8%
Total	41	25	53	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 29**, se observa que el mayor porcentaje es 48% que correspondiente a un rendimiento entre 30-40 Tn/Ha y el menor porcentaje es 2% que posee un rendimiento entre 60-70 Tn/Ha.

Los productores cañeros de las tres comunidades en su gran mayoría indican que el bajo rendimiento se debe a la falta de una fertilización correcta de sus terrenos y a otros factores climáticos. Esto se muestra en la siguiente figura:

Figura 19. Pregunta 17 ¿Cuál es el rendimiento promedio de Tn/Ha?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.17. Factores que Afectan el Rendimiento de la Caña de Azúcar

Tabla 30. Pregunta 18 ¿Según su experiencia a que factores se debe el bajo rendimiento de caña de azúcar?

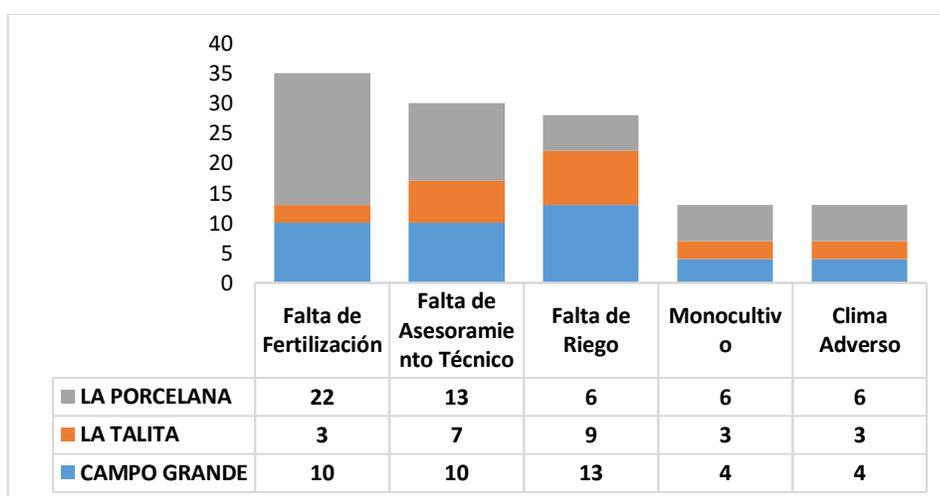
Factores	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
Falta de Fertilización	10	3	22	35	29%
Falta de Asesoramiento Técnico	10	7	13	30	25%
Falta de Riego	13	9	6	28	24%
Monocultivo	4	3	6	13	11%
Clima Adverso	4	3	6	13	11%
Total	41	25	53	119	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 30**, los productores cañeros encuestados en un 29% respondieron que el factor determinante del bajo rendimiento es la falta de fertilización y 11% se refirieron al monocultivo, asimismo en un porcentaje igual del 11% al clima adverso.

Los productores cañeros en su gran mayoría indican que para obtener buenos rendimientos de caña de azúcar hace falta una correcta fertilización, pero no cuentan con asesoramiento técnico especializado. Según se muestra en la siguiente figura:

Figura 20. Pregunta 18 ¿Según su experiencia a que factores se debe el bajo rendimiento de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.18. Factores Climáticos que Afectan el Rendimiento de la Caña

Tabla 31. Pregunta 19 ¿Qué factores climáticos afectan el rendimiento de la caña de azúcar?

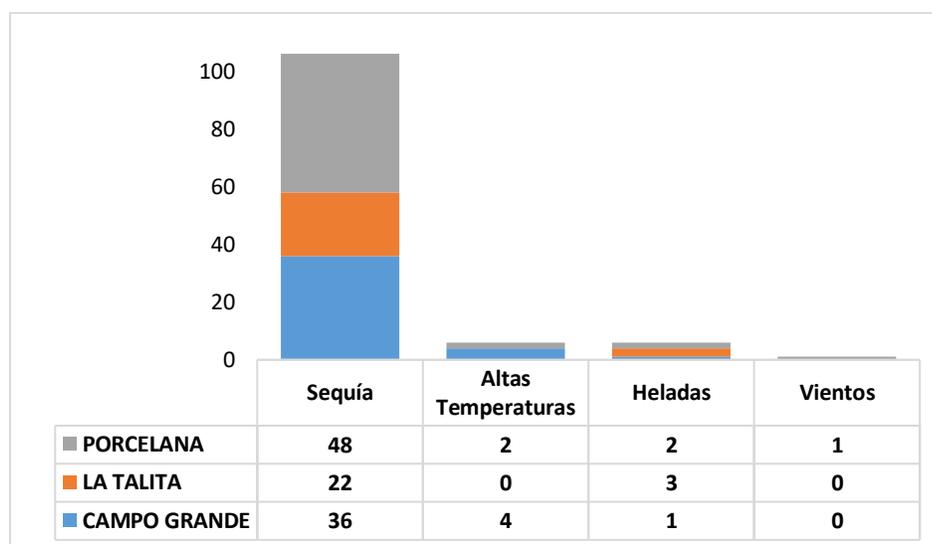
Factores	Campo Grande	La Talita	Porcelana	Total	%
Sequía	36	22	48	106	89%
Altas Temperaturas	4	0	2	6	5%
Heladas	1	3	2	6	5%
Vientos	0	0	1	1	1%
Total	41	25	53	119	100%

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 31**, el 89% de los productores cañeros indica que el principal factor climático que afecta la producción es la sequía y el 1% en menor cuantía indica que son los vientos.

Los productores cañeros ven que cada año que pasa son más afectados por los cambios climáticos más que toda por la sequía y lluvias dispersas. Los vientos afectan la producción de caña en zonas desprotegidas de árboles. Ver figura:

Figura 21. Pregunta 19 ¿Qué factores climáticos afectan el rendimiento de la caña de azúcar?



Fuente: Elaboración Propia

3.1.19. Disponibilidad de instituciones para análisis de suelos

Tabla 32. Pregunta 20 ¿Su comunidad cuenta con alguna institución para realizar análisis de suelos?

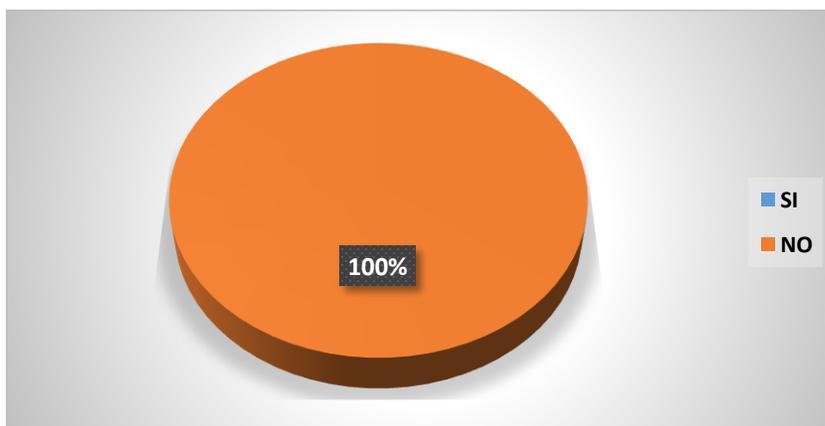
Respuesta	Total	Porcentaje
Si	0	0,00%
No	119	100,00%
Total	119	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 32**, el 100% de los encuestados respondieron que no cuentan con alguna institución en el municipio de Bermejo para realizar análisis de suelos.

El productor cañero indica que no existe un laboratorio para realizar el análisis de suelo, es que no se organizan y exigen a las autoridades de turno de las distintas instituciones de Bermejo, Esto es elemental hacer un análisis de suelos para una correcta fertilización del cultivo en la producción de la caña de azúcar y así incrementar el rendimiento en Tn/Ha. Ver figura siguiente:

Figura 22. Pregunta 20 ¿Su comunidad cuenta con alguna institución para realizar análisis de suelos?



Fuente: Elaboración Propia

3.2. ANÁLISIS DE SUELOS

Luego de la encuesta realizada a los productores de las tres comunidades de Bermejo, se obtuvo como resultado que la gran mayoría no fertiliza; es por ello que se vio conveniente realizar en este trabajo de tesis un muestreo rápido de suelos, con el objetivo de contribuir a conocer la oferta de nutrientes de los suelos del área de estudio.

3.2.1. Recolección de Muestras de Suelo, para el Análisis Químico en el Laboratorio de la UAJMS

Muestra compuesta: es aquella constituida por un conjunto de muestras simples (submuestras), convenientemente mezcladas, las cuales son llevadas al laboratorio de la Universidad Juan Misael Saracho para su correspondiente análisis, siendo el resultado un valor analítico medio de la propiedad o compuesto analizado. El número de submuestras depende de la variabilidad del suelo en estudio se sacó Recorrido en Zig-zag Una vez seleccionado el lote, otra forma de recolectar las submuestras en el campo es en zigzag; consiste en líneas cruzadas caminando unos 30 pasos desde cada punto seleccionado de muestreo. Esto se hace para cada lote definido se recolectan 16 submuestras, y tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar ver Anexo fotos de muestras de suelo sacadas.

Del análisis químico de suelos para consolidar la información obtenida de las diferentes comunidades Ver (Anexo 3,4,5 y 6), con la interpretación respectiva, se realizó la siguiente tabla:

Tabla 33. Análisis de suelo de las tres comunidades de Bermejo

Parámetro	La Talita		Porcelana		Campo Grande	
PH	6,97	Neutro	6,72	Ligeramente Ácido	6,78	Ligeramente Ácido
Materia orgánica	1,70%	Baja	1,43%	Baja	2,01%	Medio
Nitrógeno Total	0,09%	Bajo	0,08%	Bajo	0,13%	Medio
Fosforo (ppm)	16,64	Medio	49,48	Alto	21,92	Alto
Potasio (ppm)	8,55	Baja	6,49	Baja	15	Alto

Fuente: Elaboración Propia

3.3. ANÁLISIS DE BENEFICIO COSTO EN LA PRODUCCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR CON Y SIN FERTILIZANTE

3.3.1. Cuadro comparativo de Costos en la producción de la caña de azúcar con Fertilizante y sin Fertilizante (Siembra-Semilla)

Item	Siembra Con Fertilizante Químico				Siembra Sin Fertilizante Químico			
	Unid.	Cant.	Precio En Bs.		Unid.	Cant.	Precio En Bs.	
			Unit.	Sub-Total			Unit.	Sub-Total
PREPARACION DEL SUELO								
Arado	Ha/Tractor	1	400,00	400,00	Ha/Tractor	1	400,00	400,00
Rastra	Ha/Tractor	2	200,00	400,00	Ha/Tractor	1	400,00	400,00
Surcado	Ha/Tractor	1	200,00	200,00	Ha/Tractor	1	200,00	200,00
INSUMOS								
Semilla	Tn.	11	150,00	1.650,00	Tn.	11	150,00	1.650,00
Herbicida (Ametrex 50 SC)	Lts.	4	80,00	320,00	Lts.	4	80,00	320,00
Herbicida (2-4-D)	Lts.	2	50,00	100,00	Lts.	2	50,00	100,00
Fertilizante (18-46-00)	Bolsas	3	350,00	1.050,00				
PLANTACION								
Cortado de semilla	Jornal	3	100,00	300,00	Jornal	3	100,00	300,00
Cargado y descarga	Jornal	3	100,00	300,00	Jornal	3	100,00	300,00
Transporte	Viajes	1	250,00	250,00	Viajes	1	250,00	250,00
Semillado y Tapado	Surcos	71	35,00	2.485,00	Surcos	71	35,00	2.485,00
LABORES CULTURALES								
Deshierbe manual	surco	71	8,00	568,00	surco	71	8,00	568,00
Aplicación de Herbicida	Jornal	2	100,00	200,00	Jornal	2	100,00	200,00
Aplicación de fertilizante	Jornal	1	100,00	100,00				
COSECHA								
Zafretero	Jornal/Tn	50	55,00	2.750,00	Jornal/Tn	40	55,00	2.200,00
Jefe de Grupo	Comisión/Tn	50	8,00	400,00	Comisión/Tn	40	8,00	320,00
Transporte	Tn.	50	30,00	1.500,00	Tn.	40	30,00	1.200,00
COSTO DE COMERCIALIZACION								
65,5 qq azúcar * 7% = 4,585	qq	4,585	220,00	1.008,70				
52,4 qq azúcar * 7% = 3,668					qq	3,668	220,00	806,96
COSTO TOTAL Bs.				13.981,70	11.699,96			
Rendimiento:		Tn/Ha.	40 a 50		Tn/Ha.	30 a 40		

$$\text{Rendimiento} = 50\text{Tn} \times \frac{1,31 \text{ qq}}{1 \text{ Tn}} = 65,5 \text{ qq}$$

$$\text{Rendimiento} = 40\text{Tn} \times \frac{1,31 \text{ qq}}{1 \text{ Tn}} = 52,4 \text{ qq}$$

Detalle	Con Fertilizante Químico				Sin Fertilizante Químico			
	Cant.	Unid.	Precio	Total	Cant.	Unid.	Precio	Total
Beneficio (Ingreso)	65,5	qq	220,00	14.410,00	52,4	qq	220,00	11.528,00
Costo	65,5	qq	213,46	13.981,70	52,4	qq	223,28	11.699,96
Relación: Beneficio/Costo	1,03				0,99			

La relación beneficio costo con fertilizante químico es de 1,03 siendo esto positivo para la producción de la caña de azúcar y negativo sin la utilización de fertilizante en 0,99 de relación beneficio costo. Con fertilizante se tiene un beneficio de 0,03Bs por cada 1 Bs de Costo y sin fertilizante una pérdida de 0,01 Bs por cada 1 Bs de costo.

3.3.2. Cuadro comparativo de Costos en la producción de la caña de azúcar con Fertilizante y sin Fertilizante (Caña Soca 1)

Item	Con Fertilizante Químico				Sin Fertilizante Químico			
	Unid.	Cant.	Precio En Bs.		Unid.	Cant.	Precio En Bs.	
			Unit.	Sub-Total			Unit.	Sub-Total
CULTIVADO								
Subsolado	Ha/Tractor	1	350,00	350,00	Ha/Tractor	1	350,00	350,00
Cultivado	Ha/Tractor	2	250,00	500,00	Ha/Tractor	2	250,00	500,00
INSUMOS								
Herbicida (Ametrex 50 SC)	Lts.	4	80,00	320,00	Lts.	4	80,00	320,00
Herbicida (2-4-D)	Lts.	2	50,00	100,00	Lts.	2	50,00	100,00
Fertilizante (UREA)	Bolsas	4	240,00	960,00				
LABORES CULTURALES								
Deshierbe manual	Surco	71	3,00	213,00	Surco	71	3,00	213,00
Aplicación de Herbicida	Jornal	2	100,00	200,00	Jornal	2	100,00	200,00
Aplicación de fertilizante	Jornal	1	100,00	100,00				
COSECHA								
Zafrero	Jornal/Tn	70	55,00	3.850,00	Jornal/Tn	50	55,00	2.750,00
Jefe de Grupo	Comisión/Tn	70	8,00	560,00	Comisión/Tn	50	8,00	400,00
Transporte	Tn.	70	30,00	2.100,00	Tn.	50	30,00	1.500,00
COSTO DE COMERCIALIZACION								
91,7 qq azúcar * 7% =	qq	6,419	220,00	1.412,18				
65,5 qq azúcar * 7%=					qq	4,585	220,00	1.008,70
COSTO TOTAL Bs.				10.665,18	7.341,70			

$$\text{Rendimiento} = 70\text{Tn} \times \frac{1,31 \text{ qq}}{1 \text{ Tn}} = 91,7 \text{ qq}$$

$$\text{Rendimiento} = 50\text{Tn} \times \frac{1,31 \text{ qq}}{1 \text{ Tn}} = 65,5 \text{ qq}$$

Detalle	Con Fertilizante Químico				Sin Fertilizante Químico			
	Cant.	Unid.	Precio	Total	Cant.	Unid.	Precio	Total
Beneficio (Ingreso)	91,7	qq	220,00	20.174,00	65,5	qq	220,00	14.410,00
Costo	91,7	qq	116,31	10.665,18	65,5	qq	112,09	7.341,70
Relacion: Beneficio/Costo	1,89				1,96			

La relación beneficio costo con fertilizante químico es de 1,89 siendo esto positivo para la producción de la caña de azúcar y positivo sin la utilización de fertilizante en 1,96 de relación beneficio costo. Con fertilizante se tiene un beneficio de 0,89 Bs por cada 1 Bs de Costo y sin fertilizante una ganancia de 0,96 Bs por cada 1 Bs de costo.

3.3.3. Cuadro Resumen de Beneficio/Costo en la producción de caña de azúcar en Siembra y Soca 1

Detalle	Siembra-Semilla		Cosecha Soca 1	
	Con Fertilizante	Sin Fertilizante	Con Fertilizante	Sin Fertilizante
Ingreso	14.410,00	11.528,00	20.174,00	14.410,00
(-) Costo	13.981,70	11.699,96	10.665,18	7.341,70
Ganancia ó Pérdida	428,30	-259,96	9.508,82	7.068,30
Rendimiento Caña Tn/Ha	50,00	40,00	70,00	50,00
Rendimiento Azúcar qq/Ha	65,50	52,40	91,70	65,50
Relación B/C	1,03	0,99	1,89	1,96

Fuente: Elaboración Propia

Costo/Beneficio (Siembra-Semilla):

Como se observa en la anterior tabla se tiene que el uso de fertilizante da mayor beneficio con respecto a los costos en 0,03 y sin embargo sin la utilización de fertilizante se obtiene una pérdida en 0,01

Costo/Beneficio (Caña Soca 1):

Como se observa en la anterior tabla se tiene que el uso de fertilizante da mayor beneficio con respecto a los costos en 0,89 y sin la utilización de fertilizante se obtiene una ganancia en 0,96. Este último análisis si bien obtengo mayor Beneficio/Costo 1,96 en la producción de caña soca sin la utilización de fertilizante, la diferencia en el rendimiento es de 20 Tn/Ha. Dando una diferencia entre utilidades de Bs2.440,52 (9.508,82-7.068,30).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos mediante encuestas para la “Evaluación de la aplicación de fertilizantes en caña de azúcar en las comunidades de La Talita, Campo Grande y Porcelana del municipio de Bermejo” del presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

OB_01: En conclusión, se realizó una evaluación del uso de fertilizantes en la producción de caña de azúcar en tres comunidades del municipio de Bermejo mediante encuestas, lo que proporcionó una base de datos completa y confiable sobre la aplicación de fertilizantes en la región. Esta información puede ser útil para los productores de caña de azúcar para comparar sus prácticas con las de otros productores y para los funcionarios gubernamentales y otros interesados en el sector agrícola para diseñar políticas y programas. La parte cuantitativa incluye la obtención de una base de datos completa y confiable, mientras que la parte cualitativa se enfoca en la utilidad de la información para los productores y los responsables de la política.

OB_02: El estudio sobre la aplicación de fertilizantes en la caña de azúcar en Bermejo reveló que la falta de fertilización y la sequía son los factores más importantes que afectan el rendimiento de la caña de azúcar en la región. Los resultados también indican que la falta de instituciones para realizar análisis de suelo es un problema en las comunidades estudiadas. El estudio sugiere que es necesario mejorar la educación y asistencia técnica a los productores, así como promover el uso sostenible de fertilizantes y mejorar el acceso a recursos e instituciones que apoyen la producción agrícola en la región. Las cifras presentadas en el estudio indican que el 73% de los productores no fertilizan sus terrenos, el 89% identifica la sequía como un problema climático, y el 100%

carece de instituciones para realizar análisis de suelo, mientras que el 25% realiza la fertilización sin asistencia técnica adecuada.

OB_03: En el estudio se encontró que la mayoría de los productores de caña de azúcar aplican fertilizantes durante la siembra (63%), mientras que una proporción significativa de productores aplican fertilizantes en otras etapas del cultivo, como en la brotación (28%) y en el macollamiento (3%). Solo un pequeño porcentaje de los encuestados (6%) realizan la fertilización antes de la siembra. Esto indica que hay una falta de conocimiento sobre el momento adecuado para la aplicación de fertilizantes en la caña de azúcar en las comunidades de estudio.

OB_04: Se concluye que a través de los resultados obtenidos en la encuesta las siguientes estrategias para una mejor fertilización del suelo:

- **Mejorar la educación y asistencia técnica** a los productores para que comprendan la importancia de la fertilización adecuada del suelo y los efectos que tiene en la producción de caña de azúcar.
 - **Promover el uso de fertilizantes orgánicos** para reducir los costos y mejorar la salud del suelo.
 - **Establecer un programa de análisis de suelo** para que los productores puedan determinar la cantidad y el tipo de fertilizante que deben aplicar.
 - **Fomentar la rotación de cultivos** para mejorar la salud del suelo y reducir la necesidad de fertilizantes.
- **OB_05:** Se concluye que a través del análisis Beneficio/Costo, el productor cañero obtiene mejor Beneficio en siembra-semilla de Bs. 428,30 con un mejor rendimiento de qq/Ha y en caña-soca 1 de Bs. 9.508,82 con un mejor rendimiento de qq/Ha; esto si hace uso del fertilizante químico (18-46-00) para la siembra. La Úrea (46-00-00) lo aplican en el momento de la brotación y macollamiento.

4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones del trabajo de investigación sobre evaluar la práctica de Fertilización de caña de azúcar que realizan los productores de tres comunidades en la ciudad de Bermejo a través de encuestas; es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- **OE_01:** Se recomienda que los productores de caña de azúcar en Bermejo utilicen la base de datos obtenida a través de esta investigación para comparar sus prácticas de aplicación de fertilizantes con las de otros productores. Esto les permitirá identificar posibles áreas de mejora en sus prácticas agrícolas y hacer ajustes necesarios para mejorar su producción. Asimismo, se recomienda que los funcionarios gubernamentales y otros interesados en el sector agrícola utilicen los datos de esta investigación para diseñar políticas y programas que promuevan el uso sostenible de fertilizantes en la producción de caña de azúcar en Bermejo. Estas políticas y programas podrían incluir incentivos para los productores que adopten prácticas agrícolas sostenibles, así como capacitación y asesoramiento para ayudar a los productores a mejorar sus prácticas de aplicación de fertilizantes.
- **OE_02:** Se recomienda desarrollar programas de educación y capacitación para los productores de caña de azúcar en el municipio de Bermejo, con el objetivo de mejorar su conocimiento sobre el uso sostenible de fertilizantes y otras prácticas agrícolas, así como también para promover la creación de instituciones y recursos que apoyen la producción agrícola en la región.
- **OE_03:** Se recomienda aplicar los fertilizantes en dos momentos clave del ciclo de crecimiento de la caña de azúcar:
 - Al inicio de la temporada de crecimiento, es decir, después de la siembra y antes de la emergencia de las plántulas, es importante aplicar fertilizantes para proveer los nutrientes necesarios que estimulen la germinación y el crecimiento inicial de las raíces.

- Durante el período de máxima actividad vegetativa, que se produce entre los 60 y 90 días después de la siembra, es cuando la planta se encuentra en su fase de mayor crecimiento y demanda de nutrientes. En este momento, la aplicación de fertilizantes ayuda a asegurar una nutrición adecuada para la planta y a maximizar su rendimiento.
- **OE_04:** De la anterior conclusión sobre las estrategias a implementar, para su ejecución se hace las recomendaciones siguientes:
 - Que la universidad Juan Misael Saracho de la ciudad de Bermejo se haga cargo y gestione el laboratorio para el análisis de suelo, así los estudiantes puedan realizar sus prácticas.
 - Luego establecer un programa de análisis de suelo para que los productores puedan determinar la cantidad y el tipo de fertilizante que deben aplicar para el cultivo de la caña de azúcar.
 - Mejorar la educación y asistencia técnica a los productores para que comprendan la importancia de la fertilización adecuada del suelo y los efectos que tiene en la producción de caña de azúcar.
- **OE_05:** Se recomienda analizar y evaluar el sistema de cultivo que se utiliza en otras regiones de Bolivia.