

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCION**

# CAPÍTULO I

## 1.INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es una planta herbácea perenne que forma parte de la familia de las gramíneas; por lo tanto, **está emparentada con el arroz, el maíz, el sorgo, la avena y el bambú**. Un grupo de tallos duros, jugosos, no ramificados y con entrenudos crece a partir de una red de rizomas de la que aparecen tallos secundarios. Los tallos miden unos 5 metros de altura, pero el rango es de 3 a 8 metros. Muestran colores que van desde el verde hasta el rosado o púrpura.

Sus hojas son largas, lanceoladas y fibrosas, con bordes dentados y una nervadura central gruesa. Miden entre 30 y 60 centímetros de longitud y alrededor de 5 centímetros de ancho. Desarrolla panículas, un tipo de inflorescencia, en la que se alojan espiguillas de flores minúsculas y en cuyos extremos se aprecia una especie de pelusa larga y sedosa. El fruto es una cariósida de 1.5 milímetros de largo, con una sola semilla en su interior.

La caña de azúcar es procedente del extremo Oriente, de donde llegó a España en el siglo IX. Y España la llevó a América en el siglo XV. En Bolivia en el año 1941 comenzó la actividad azucarera donde ya existía alrededor de 3.000 hectáreas en el departamento de Santa Cruz y desde entonces se registra cultivos de caña en el país donde más adelante cultivaron en el departamento de Tarija.

La caña de azúcar desde los tiempos antiguos hasta nuestros días se caracteriza por la principal importancia azucarera y en algunas regiones ya se lo está dando otras importancias como alimento forraje para ganados bovinos.

Hay que mencionar que las investigaciones en el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país, se ha enfocado al mejoramiento del cultivo para la producción de azúcar, pero debido a las crisis que ha tenido el sector cañero, se ha planteado en repetidas veces, la necesidad de diversificar el uso de la caña de azúcar, de esta manera consideramos que este cultivo puede ser estratégico para impulsar la ganadería y amortiguar los periodos de estiaje que año con año enfrenta la ganadería en nuestro país y en otras regiones

tropicales, así como impulsar el desarrollo de una ganadería más intensiva ya que este cultivo permite, en conjunto con el pasto, incrementar la disponibilidad de alimento.

La caña de azúcar ha sido probablemente uno de los recursos forrajeros tradicionales más utilizado en la alimentación de rumiantes, especialmente en los periodos más secos del año en otros países como la Argentina. Y en un inicio se lo empleo con dos finalidades:

- a) fuente de volumen para pequeños rebaños, principalmente vacas en lactación en los periodos más secos del año.
- b) para la alimentación de rebaños en periodos de adversidad climática, con el objetivo de evitar la pérdida de animales.

Según los estudios de producción y manejo pasturas y forraje (2004). En explotaciones tecnológicamente más desarrolladas, la caña se ha empleado como suplemento energético.

Con estos fines de importancia forrajera del ganado bovino se realizará los análisis: Valoración de la cantidad de hidratos de carbono, proteína y fibra; Valoración de la hoja y la maloja como recurso forrajero; Determinar el contenido de Materia Verde y Materia Seca del cultivo de Caña de Azúcar con fines forrajeros.

Tomando en cuenta las bondades que tiene la caña de azúcar se a determinado realizar el estudio de la “valoración de las características agronómica y nutricional de la caña de azúcar (*saccharum officinarum*) como recurso forrajero del ganado bovino en la comunidad de la cueva” con el propósito de utilizar este producto en época de invierno o estiaje de tal manera que los resultados sirvan de experiencia para ser transferidos a los productores y ganaderos de la zona y de esa manera contribuir al desarrollo productivo regional.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Con el presente trabajo se logró evaluar la calidad nutricional de la caña de azúcar para poder utilizar como alimento y de esa manera suplir las necesidades alimentarias del ganado bovino en especial para vacas en estado de lactancia, en la época crítica del año (invierno), ya que en esta época el ganado sufre de forraje en el lugar.

La caña de azúcar con fines forrajeros es importante para diferentes países productores de ganado bovino como, por ejemplo; argentina, Brasil y así también para nuestro país ya se está incrementando más en estos últimos tiempos y en el departamento de Tarija a partir del 2015 ya se registra la caña como recurso forrajero en el valle central de Tarija. En base a las condiciones arribas mencionadas y tomando en cuenta que la zona de estudio presenta las condiciones edafoclimáticas para el cultivo de caña de azúcar se hace importante realizar el estudio sobre la valoración nutricional de la caña de azúcar como recurso forrajero del ganado bovino en la comunidad de la cueva. Para que sea introducido y difundido en la región.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERALE**

Determinar el valor nutricional de la caña de azúcar como recurso forrajero del ganado bovino en la comunidad de La Cueva. Con el propósito de introducir y difundir esta forrajera en la región como fuente nutricional para el ganado bovino en sistema semiintensivo.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la cantidad de proteínas, sólidos solubles y fibra del tallo de la caña de azúcar.
- Evaluar la presencia de proteína, y fibra de la hoja (hoja verde) y la maloja (hoja seca) en cañaverl de la comunidad de la Cueva.
- Determinar el contenido de Materia Verde y Materia Seca del cultivo de Caña de Azúcar con fines forrajeros.

### **1.2. HIPÓTESIS**

La caña de azúcar presenta condiciones forrajeras para la alimentación del ganado bovino.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2. HISTORIA**

La caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L., es una gramínea originaria de Nueva Guinea; se cultivó por primera vez el Sureste Asiático y la India occidental, alrededor de 327 A.C. Barcia (2012), citado por Arreaga (2018).

La caña de azúcar es una de las especies C4 de gran importancia económica y alimentaria, proporcionando cerca del 75% del azúcar mundial Souza et al(2008) citado por Marin et al (2018).

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), representa el cultivo más importante en la producción de endulzante en el mundo, fue utilizada y cultivada desde los tiempos más remotos (4500Ac); está distribuido en el mundo a lo largo de las fajas de ambos trópicos y zonas sub tropicales, este cultivo se desarrolló entre los años 1500 y 1600 en la mayoría de los países tropicales de América, siendo su principal producto agrícola para satisfacer a la población con este cultivo sucedáneo. Es una gramínea de tallos grandes, lizos y de alto contenido de sacarosa, que es la materia prima para obtener azúcar, alcohol y biocombustible; y del bagazo bio –abono, pulpa para papel y forraje para animales Irvine (1989) citado por Fernández (2015)

Brasil es el mayor productor de caña de azúcar del mundo (con el 23% de la producción mundial), siendo también el mayor exportador de azúcar (con más del 50% de las exportaciones mundiales). Además de Brasil, la caña de azúcar es también producida en México, Colombia, Guatemala, Argentina, Cuba, Perú, Ecuador, El Salvador, Bolivia, Nicaragua, Paraguay, Honduras, República Dominicana, Costa Ricay Venezuela FAOSTAT, (2017), citado por Marin et al., (2018).

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 agro-ecológicas (Fernández, 2015).

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 (Fernández, 2015)

## **2.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA**

Según Carlos Linneo (1998) la **caña de azúcar** es una gramínea tropical. Es un pasto gigante que tiene un tallo macizo de dos a cinco metros de altura y entre cinco a seis centímetros de diámetro su nombre científico es *saccharum officinarum*. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) fue descrita por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum*.

## **2.2. TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Monocotyledoneae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Sub Familia:** Panicoideae

**Tribu:** Andropogoneae

**Nombre científico:** *Saccharum officinarum* L.

**Nombre común:** Caña de Azúcar

**Fuente:** (Herbario Universitario, 2020)

## 2.3. VARIEDADES

### 2.3.1. VARIEDADES CULTIVADAS DE CAÑA DE AZÚCAR

**TABLA N°1 Variedades cultivadas de caña de azúcar en Bolivia**

Departamento	Variedades
Santa Cruz	NA-5626, CO-421, CB-3822, B-37161, RBB-7726, CIMCA-77316, S. PABLO, RB-72453 y otros.
Tarija (Bermejo)	CP 48-103, TUC 7420, CP 65-361, NA 85-1602 y SP 70-

**Fuente: FDTA, (2005); citado por (Ministerio de desarrollo rural y tierras, s.f.)**

### 2.3.2. VARIEDAD A TRABAJAR

NA 89-1090

## 2.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según Fogliata (1995 Tomo I) describe a la caña de azúcar como una planta herbácea, del tallo subterráneo brotan los tallos aéreos de 5 a 12 pies de altura y de tres pulgadas de diámetro, divididos por nudos, de donde brotan las hojas que son alternas, rectinervias y envainadas en la base y provistas de lígula. La parte del tallo comprendida entre dos nudos se denomina canuto. En el nacimiento de cada hoja existe una yema de forma ovoidal cubierta de escamas, la inflorescencia en espigas compuestas y el fruto es un cariopse muy pequeño.

### 2.4.1. Sistema radicular

Después de la siembra de un esqueje de caña de azúcar, nacen dos clases de raíces: las raíces de esqueje y las raíces de brote, los primeros tienen su origen en los primordios radiculares que se encuentran en la banda radical del nudo, son delgadas y presentan las características típicas de las raíces fibrosas de las gramíneas y se atrofian. En cambio, las raíces de brote son gruesas y blanquecinas y de menor abundancia

funcionan como anclaje para la planta y para la absorción del agua y de los nutrientes minerales a través de los pelos radiculares (Fauconnier y Bassereau D, 1975)

#### **2.4.2. El tallo**

La caña de azúcar se desarrolla en forma de matas, procedente de trozos de tallo, sus hábitos de desarrollo son diferentes, pero en general producen tallos de dos a tres metros de longitud por año, formando tres canutos por mes. Aproximadamente se produce de 1 a 23 tallos por macollo, según la variedad; estos se dividen en tres: primarios, secundarios y mamones. Los tallos también sirven como tejidos de transporte de agua y nutrientes extraídos del suelo para abastecer las puntas que están en crecimiento (Villar, 1996).

El tallo está compuesto por: la epidermis o corteza, los tejidos y fibras que se extienden en toda la longitud del tallo. Poseen aproximadamente un 75% de agua y está formada por dos partes que son nudos y entrenudos, los que difieren o cambian con las diferentes variedades en longitud, diámetro, forma y color. El tallo de caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, ya que en él se distribuye y almacena el azúcar. Se va acumulando en los entrenudos inferiores disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo (Villar, 1996).

#### **2.4.3. La hoja**

Según Fogliata (1995 Tomo I) señala que las hojas son láminas largas, delgadas y planas que miden generalmente entre 0,90 m a 1,5 m de largo y varían de 1cm a 10 cm de ancho, según variedad. La lamina foliar es el órgano más importante en el proceso de la fotosíntesis, intercambio gaseoso, transpiración, y su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la pendulosa y la erecta. La vaina o parte inferior de la hoja está pegada al tallo, el nudo es el soporte de la lámina de la hoja. La vaina es de forma tubular más ancha en la base y gradualmente se estrecha hacia la banda lígular, las hojas están a menudo cubiertas con pelos. La hoja de esta gramínea se compone de vaina y lámina, unida por la lígula una articulación, son

alternas y dísticas, la vaina nace en el nudo que es el soporte de la lámina de la hoja, su cara externa es pubescente y carece de nervio central.

#### **2.4.4. Inflorescencia y Fruto**

Según Humbert (1974) señala que la inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga, está constituida por un eje principal, en las cuales se insertan las espiguillas, estas contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. En cada ovario hay un ovulo el cual una vez fertilizado, da origen al fruto o cariósipide, de forma ovalada de 0,5 mm de ancho y 1,5 mm de largo aproximadamente

El periodo vegetativo de la *saccharum officinarum* (caña de azúcar), según la variedad y las condiciones climáticas, puede pasar por las siguientes fases: Después de un mes de realizar siembra, más o menos en promedio, se da la germinación, posteriormente y pasados 15 días aumenta la cantidad de brotes, retoños o tallos cepa, lo cual denominamos macollamiento.

Según Humbert (1974) la floración se produce después de los 6 meses del desarrollo o maduración de la planta, donde se da la concentración de sólidos solubles, se da entre los 11 y 14 meses y su interpretación se da en grados brix.

### **2.5. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO**

#### **2.5.1. El clima**

La caña de azúcar es un cultivo de clima cálido y sólo puede ser cultivada entre los trópicos y una pequeña región subtropical adyacente, que comprende los paralelos 40° N y 32° S. Los principales componentes climáticos que controlan el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la caña son la temperatura, la luz y la humedad disponible (Duarte et al., 2019).

#### **2.5.2. Temperatura**

La temperatura óptima para la brotación (germinación) de los esquejes es de 32°C a 38°C. La germinación disminuye bajo 25°C, llega a su máximo entre 30-34°C, se reduce

por sobre los 35°C y se detiene cuando la temperatura sube sobre 38°C. Temperaturas sobre 38°C reducen la tasa de fotosíntesis y aumentan la respiración. Aguilar, (s.f.) citado por Arreaga (2018).

**2.5.2.1. Altitud** Desde el nivel del mar hasta altitudes de unos 1 000 metros. Aguilar, (s.f.)

**2.5.2.2. Precipitación:** En ausencia de regadío, se necesitan precipitaciones de unos 1 200 mm. Arreaga, (2018).

**2.5.2.3. Humedad:** Durante el período del gran crecimiento condiciones de alta humedad (80 -85%) favorecen una rápida elongación de la caña. Valores moderados, de 45-65%, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración sifontes (2016) citado por Arreaga (2018).

### **2.5.3. Germinación y desarrollo radicular**

La temperatura óptima para la germinación y el desarrollo radicular va de 26 a 33°C; si la temperatura cae debajo de 20°C la germinación y el desarrollo radicular son lentos (Duarte et al., 2019).

#### **2.5.3.1. El crecimiento**

La caña de azúcar paraliza su crecimiento cuando la temperatura cae debajo de 15°C o sube arriba de 38°C, siendo la temperatura óptima de 30-34°C (Duarte et al., 2019).

#### **2.5.3.2. Maduración**

Durante el periodo de maduración, relativas bajas temperaturas resultan en aumento de producción y almacenaje de sacarosa, mientras que el crecimiento de la caña es reducido (Duarte et al., 2019).

#### **2.5.3.3. Precipitación**

La caña de azúcar necesita un promedio de precipitación de 1.200 a 1.500 mm por año, aunque su requerimiento de agua varía durante su ciclo vegetativo.

- El desarrollo de las raíces sólo ocurre si existe suficiente cantidad de agua y las raíces jóvenes llegan a morir en suelos secos.
- Durante su principal período de crecimiento, cuando la mayor parte de la biomasa es producida, la caña planta necesita una gran cantidad de agua y cualquier deficiencia en agua ocasiona la disminución en el rendimiento.
- Durante el período de maduración, por otro lado, el requerimiento de agua es más reducido, debido a que la sacarosa se almacena sólo cuando la caña detiene su crecimiento (Duarte et al., 2019).

#### **2.5.4. Luz solar**

Luz. Fauconnier y Bassereau (1975), menciona los efectos de la luz en las diferentes fases del ciclo productivo de la caña de azúcar:

**2.5.4.1. Germinación:** La luz no produce ningún efecto sobre la germinación, ya que las cañas pueden germinar también en la oscuridad.

**2.5.4.2. Ahijamiento:** Señala que la caña de azúcar se comporta respecto a la duración del día como planta de días “intermedios” pero ante el estímulo de la temperatura responde a las características de días cortos.

**2.5.4.3. Crecimiento:** cañas cultivadas en plena luz tienen los tallos más gruesos y más recios, las hojas más anchas, gruesas y verdes. Las raíces más desarrolladas, una materia seca más importante (azúcar, fibra, peso por unidad) y menos agua en su constitución.

**2.5.4.4. Maduración:** la luz fuerte reduce el agua de constitución y mejora la maduración ya que esta en íntima conexión con cierto desecamiento de la planta, la falta de luz impide a la caña liberarse del agua (Fernández, 2015)

#### **2.5.5. Características del suelo en el cultivo de la caña de azúcar**

Las condiciones ideales de suelo para el cultivo de la caña de azúcar son: suelo bien drenado, profundo, franco, con una densidad aparente de 1,1 a 1,2 g/cm<sup>3</sup>(1,3 –1,4 g/cm<sup>3</sup>en suelos arenosos), con un adecuado equilibrio entre los poros de distintos

tamaños, con porosidad total superior al 50%; una capa freática bajo los 1,5 a 2,0m desde la superficie y una capacidad de retención de la humedad disponible del 15% o superior (15 cm por metro de profundidad del suelo).

El pH óptimo del suelo es cercano a 6,5 pero la caña de azúcar puede tolerar un rango considerable de acidez y alcalinidad del suelo. Por esta razón se cultiva caña de azúcar en suelos con pH entre 5,0 y 8,5. El encalado es necesario cuando el pH es inferior a 5,0 y la aplicación de yeso es necesaria cuando el pH sobrepasa 9,5 NETA FIM (2018) citado por Arreaga (2018).

## **2.6. MANEJO DEL CULTIVO**

### **2.6.1. Propagación**

El material vegetal que se utiliza para la propagación de este cultivo son los esquejes de los tallos de la caña de azúcar y a estos se les denomina "semilla". Esta particular siembra consiste en repartir los diferentes esquejes traslapándolos en el surco para posteriormente hacer los cortes necesarios con el objetivo de quedarnos con un material vegetal de unos 50cm de longitud y con 3 o 4 yemas (InfoAgro, s.f.).

### **2.6.2. Época de siembra**

La época de plantación es importante y tiene gran incidencia sobre el rendimiento. Existen diferentes épocas de plantación de caña de azúcar, una más conveniente que otras. Sin embargo, los rendimientos son mayores en plantaciones tempranas. Las plantaciones tempranas se realizan entre los meses de febrero y marzo, y las plantaciones tardías entre julio y setiembre. El retraso en la plantación, además de acortar el periodo de crecimiento, reduce el rendimiento de los cultivos (Duarte et al., 2019).

### **2.6.3. Preparación del suelo**

La caña de azúcar por ser un cultivo permanente requiere de una buena preparación de suelo llegando en condiciones favorables mayores de los 50cm de profundidad, para realizar este trabajo se requiere de maquinarias de alta potencia mayor 180HP al volante (AGROBANCO, 2011).

**2.6.3.1. Levantamiento topográfico:** El topógrafo ingresa al campo para replantear en el terreno el sistema y la distribución de las calles, cortaderas también la longitud del suelo. El diseño de campo bien elaborado nos ayudará a optimizar el agua durante los riegos y la circulación de los camiones de cosecha (AGROBANCO, 2011).

**2.6.3.2. 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 (Duarte et al., 2019).

**2.6.3.3. 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. Se emplean traíllas, tractores, motos niveladoras (Duarte et al., 2019).

**2.6.3.4. Subsolada:** Según AGROBANCO (2011) Se lleva a cabo con tractores de rueda con una potencia mayor de 220HP al igual que el gradeo se ejecutó por dos oportunidades. Primera subsanación se realiza después del primer gradeo con implemento de 2 hasta 4 puntas separada a cada 75cm se mueve el suelo de 20 a 30cm. Segunda subsanación se pasan las puntas subsoladoras con un ángulo de 15 grados con respecto a la primera subsanación; consiste en destruir las capas de suelo compactado e impermeable llega a una profundidad de 50cm.

**2.6.3.5. Gradeo:** Según AGROBANCO (2011) este trabajo consiste en pasar doble grada pesada. La primera pasada sirve para incorporar restos de las cosechas anteriores; se ejecuta con un implemento de 18 discos de 36 pulgadas, voltea al suelo hasta una profundidad de 20 a 30 cm. La segunda pasada se realiza después de la segunda pasada de subsanación sirve para mullir el suelo para realizar un buen tapado de la semilla al momento de la siembra.

**2.6.3.6. Surcada:** El distanciamiento entre surcos es de 1.5mt, es necesario realizarlo con marcador con el fin de tener surcos uniformes lo que será de utilidad para mecanizar las cañas socas.

La longitud y la pendiente de los surcos dependen de la textura del suelo.- Los suelos francos tendrán surcos promedio de 100mt, con una pendiente de 0.002% a 0.003%. - En suelos arenosos los surcos deben tener menores de 80mt. y una pendiente de 0.003% a 0.006% (AGROBANCO, 2011)

**2.6.3.7. Aplicación de materia orgánica:** Según AGROBANCO (2011) la materia orgánica es importante porque ayuda a retener la humedad del suelo, se considera como reserva de nutrientes; es recomendable utilizar estiércol de ave porque es un producto de fácil mineralización. La cantidad a aplicarse depende de la capacidad económica del agricultor y/o la calidad del suelo.

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 surcos, dependiendo de la topografía del terreno la altitud local y la variedad utilizada.

Sin embargo, en las regiones muy lluviosas y en suelos pesados, se debe utilizar un surcador especial, que es un implemento con tres cuerpos de zanjeadores, distanciados 1,25 m y entre ambos cuerpos lleva un escardillo en forma de V que hace un pequeño surco sobre el camellón. La semilla se coloca sobre el camellón en el pequeño surco que se ha formado, para protegerlo de la humedad excesiva durante la germinación y desarrollo.

#### **2.6.4. Densidad de siembra**

La densidad es un factor importante para la producción. De ella depende en gran medida el número de tallos por metro lineal, cuyo aumento es el primer componente de rendimiento. Está determinado que la densidad de 1,30 a 1,40 m entre hileras y de doble caña en el surco es el que ofrece ventajas tanto en el manejo del cultivo como en el rendimiento (Duarte, 2019)

#### **2.6.5. Fertilización**

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 (Romero et al., 2009).

La caña de azúcar posee altos requerimientos nutricionales debido a su elevada capacidad de producción de biomasa (tallos móviles, follaje, cepa y raíces), que puede significar entre 20 y 35 t/ha de materia seca, y en peso fresco, un valor cercano o mayor a las 100 t/ha. Tal nivel productivo, asociado a la prolongada duración de su ciclo, implica una elevada extracción de nutrientes del suelo, que puede alcanzar niveles de 800-1500 kg por hectárea y por año (Romero et al., 2009).

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., 2009).

#### **2.6.5.1. Nitrógeno**

El nitrógeno es necesario en grandes cantidades y ayuda a maximizar la producción de materia seca y el rendimiento. La demanda de N es máxima durante el macollaje y el período de gran crecimiento. Las necesidades totales de N varían mucho dependiendo de la variedad, las reservas del suelo –que pueden ser altas- y el momento del ciclo del cultivo, sea que se realice un barbecho o se cultive una leguminosa. En general los brotes absorben alrededor de 100kg de N/100t en caña planta y 85kg de N/100t en cada cultivo sucesivo. Sin embargo, el requerimiento nutricional –demanda de fertilizante- es igual o aún mayor en el caso de las cañas soca con respecto al de una caña planta (Yara Bolivia, 2020).

#### **2.6.5.2. Fósforo**

El fósforo es un elemento móvil de primera importancia, que se concentra en la planta de caña de azúcar en los centros de mayor actividad metabólica. Participa en los principales procesos vitales como la fotosíntesis, respiración y absorción de nutrientes. Disponible cuando está en forma soluble, se absorbe como  $H_2PO_4^-$  y  $HPO_4^{2-}$ , es poco móvil en el suelo y su absorción depende de la raíz. Su adecuado abastecimiento es esencial para obtener óptimas cosechas (Romero et al., 2009).

El fósforo ejerce un efecto decisivo en la brotación, el desarrollo radical, la elongación de los tallos, el macollaje y en la cantidad de tallos molibles. El cañaveral deficiente en fósforo está formado esencialmente por tallos primarios, con pocos tallos secundarios y renuevos. Los tallos muestran entrenudos extremadamente pequeños (Romero et al., 2009).

Considerando un ciclo económico de cinco cortes (una planta y cuatro socas), la dosis sería de 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En caso de usar superfosfato triple, la dosis sería de 217 kg/ha (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), es decir 3,5 kg/surco. Hay que tener en cuenta que existen otras fuentes de fósforo en el mercado, además del superfosfato triple, por lo que conviene referir el valor a kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha., para poder comparar entre los diversos productos comerciales (Romero et al., 2009).

### **2.6.5.3. Potasio**

El potasio (K) es el tercer elemento más importante que requiere el cultivo para un mejor desarrollo ya que ayuda a la planta a mejorar su estructura celular, asimilación de carbono, fotosíntesis, síntesis de proteínas, formación de almidón, traslocación de proteínas y azúcares, absorción de agua por las plantas y el desarrollo normal de raíces Pérez (1996); citado por López (2014).

El potasio es muy importante en el metabolismo de carbohidratos, la formación de proteínas, la promoción de desarrollo de meristemas y el ajuste del movimiento de estomas. Las plantas que crecen en condiciones deficitarias de potasio no son muy eficaces en su actividad fotosintética, son más susceptibles a las enfermedades y no son tan resistentes a la sequía como aquellas que reciben suficientes cantidades de fertilizantes potásicos Quintero y García (1997); citado por López (2014).

El potasio interviene en los siguientes procesos: síntesis de azúcar y almidón, transporte de azúcares, síntesis de proteínas y estimulación enzimática Marschner (1995); citado por López (2014).

## **2.7. LA IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO FORRAJE EN EL GANADO BOVINO**

La caña de azúcar se caracteriza por su buena capacidad de adaptación a diversidad de suelos, climas, topografías, fertilidad y sistemas de producción, así como por su gran capacidad de producción de materia verde (más de 100 t ha año<sup>-1</sup>) y materia seca por unidad de área (Ramírez et al., 2014).

Al ser una planta C<sub>4</sub>, utiliza con mayor eficiencia el agua, pierde 277 moléculas de agua por molécula de CO<sub>2</sub> fijada, por lo tanto, conserva más la humedad del suelo. Por su capacidad fotosintética y sus características fenotípicas, como la superficie foliar, capta eficientemente la energía solar para transformarla en biomasa (Bolufer, 2010; Aguilar, 2014).

En la etapa de madurez, se compone de aproximadamente 71,82 % de tallos móviles, 12,58 % de cogollos, 8,7 % de hojas y 6,9 % de chulquinees, los cuales pueden variar dependiendo de la variedad, edad y condiciones medioambientales. Todo este material vegetativo es aprovechado por el ganado bovino, sin el riesgo de perder sus características nutricionales cuando madura, por lo cual, constituye un forraje altamente disponible (Chavez, 2008).

Los azúcares totales (no reductores y reductores, sacarosa más otros azúcares) diluidos en el agua representan una fracción importante al ser una planta suculenta y turgente. También es alta en contenido de fibra, pero baja en proteína y minerales. Estudios realizados en diferentes países demuestran que, convenientemente suplementada, puede sostener buenas ganancias de peso y producciones de leche (Sierra, 1981; Gutiérrez et al., 2014).

Al respecto, muchos países del trópico como por ejemplo Cuba, Venezuela, México, Colombia y otros países como la India y Argentina, han realizado estudios tendientes a evaluar variedades con potencial forrajero, basados en la medición de variables agronómicas, morfológicas, nutricionales, digestibilidad y de manejo, que pueden dar

luces sobre las bondades de esta especie (López et al., 2003; Bastidas et al., 2010; Fernández et al., 2016).

Según A. Bolognini (2011) la caña de azúcar diseminada por todo Misiones y en menor medida en Corrientes de Argentina, en donde por razones de superficie y cultura, se la vio con menos interés. El uso de la caña de azúcar como reserva forrajera en pie, para ser utilizada en el invierno, fue el primer objetivo, luego los productores comenzaron a percatarse que si bien los animales la comían animosamente, los resultados productivos, no pasaban en el mejor de los casos, de un mantenimiento en animales de bajos requerimientos nutricionales y en pérdidas de peso en animales de altos requerimientos nutricionales, en síntesis, había empezado el interés por cómo producir carne con caña de azúcar.

Según el Ing. Agr. Luis Gándara. (2013. EEA INTA Corrientes) El cultivo de la caña de azúcar en la provincia de Corrientes presenta grandes posibilidades de expansión, principalmente a la alimentación animal, se planta principalmente en los meses de agosto a septiembre. Por hectárea se logra acumular en 8 a 10 meses entre 60 a 100 toneladas de materia verde. Este cultivo presenta aspectos positivos y negativos como ser:

### **2.7.1. POSITIVOS**

Alto volumen de producción de biomasa por hectárea.

Amplia adaptación a condiciones edafoclimáticas.

Cultivo aprovechable por varios años.

Disponible para la alimentación en la época crítica (invierno).

### **1.7.2. NEGATIVOS**

Bajo valor nutritivo.

Tamaño de la caña.

Mano de obra para su utilización.

En la alimentación del ganado la caña de azúcar puede ser aprovechada principalmente durante la época de sequía o bajas temperaturas, cuando disminuye la disponibilidad de los pastizales (Urdaneta, 2005).

Debido a que el principal enfoque de la producción de esta planta es la obtención de azúcar, se cuenta con escasa información respecto a las variedades utilizadas con fines forrajeros y de los rendimientos obtenidos en México. Sin embargo, entre otros autores, López et al. (2003), Espinosa et al. (2007), Aranda et al. (2009) y Aguirre et al. (2010) han hecho importantes aportes sobre la caracterización de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero para las condiciones de México. Este trabajo tiene la finalidad de revisar y analizar el potencial forrajero de la caña de azúcar y evaluar la calidad nutricional en la alimentación de rumiantes de dos variedades caracterizadas como forrajeras en los procesos de selección del Colegio de Postgraduados: COLPOSCTMEX 05-003 y COLPOSCTMEX 05-264, en comparación con dos variedades comerciales establecidas para su uso industrial en la zona: Mex 69-290 y Mex 79-431.

### **2.7.3. La caña de azúcar como forraje**

Las bondades de la caña de azúcar en la alimentación animal están en razón de su elevada capacidad de producción de biomasa o materia verde y seca, la alta cantidad de energía contenida por unidad de área en corte por año, y la reconocida capacidad de mantener su potencial energético durante periodos secos prolongados.

La característica más importante es su alto contenido de azúcares solubles (aproximadamente 18 brix) y fibra (48 % en promedio), aunque es pobre en proteína (menos de 5 % en promedio) y minerales, y casi ausente de grasas y almidones. Para aumentar el contenido de nitrógeno que permita una mayor síntesis de proteínas en el tracto digestivo de los animales alimentados con caña de azúcar, se sugiere adicionar desde 5 g a 10 g de urea por cada kilogramo de caña fresca o mezclarse con una fuente de proteína común (Bustamante Guerrero, 2004).

El elevado contenido de azúcar y reducido contenido de almidón de la caña limita la digestibilidad de la fibra (50 % a 68 %), por lo que no se recomienda su utilización como única fuente de forraje en la alimentación del ganado ni en grandes cantidades (no más de 50 % de la dieta en base seca) en la formulación de raciones alimenticias (Meraz-Echavarría y Urrutia Morales, 2006; Urdaneta, 2005). La caña de azúcar se ha empleado tradicionalmente en la alimentación animal en fresco como caña picada y proporcionándose en comederos.

La caña de azúcar contiene 15% de sólidos (azúcar y fibra) y la conversión alimenticia para la engorda de bovinos es aproximadamente de 9 kg de sólidos ingeridos por kg de GDP (Viniegra, 2001). No obstante, los bovinos requieren de un periodo de adaptación en el cambio de dietas, de entre periodo puede ser entre 10 y 15 días; factor que es importante a considerar (Urdaneta, 2005).

**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de La Cueva que se encuentra a 45 kilómetros de la localidad de Entre Ríos capital de la provincia O'Connor del departamento de Tarija.

##### 3.1.1. Ubicación

Geográficamente la comunidad de La Cueva se encuentra ubicada entre las coordenadas  $21^{\circ} 42' 01''$  de latitud sur y  $64^{\circ} 12' 15''$  de longitud oeste, con una altitud de 1095 m. s. n. m.

#### MAPA A MANO ALZADA DEL ÁREA DE INFLUENCIA



**Fuente:** Elaboración propia, abril ,2021

### **3.1.2. Clima**

De manera general en la comunidad de La Cueva presenta un clima templado cálido - húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado-seco.

La temperatura media anual es de 19,2 °C, con máximas que superan los 36,8 °C y mínimas extremas que bajan hasta 4,4 °C., (ESTACIÓN SAYKAN- LAS PERULAS, 2009).

### **3.1.3. Precipitación**

La precipitación anual alcanza a 790,4 mm en La Cueva y Salinas, en febrero se presenta la máxima precipitación con 188,4 mm y en agosto se registra la mínima con 1,3 mm (ESTACIÓN SAYKAN- LAS PERULAS, 2020).

### **3.1.4. Viento**

La velocidad promedio del viento por hora en Entre Ríos tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 4,8 meses, del 23 de julio al 15 de diciembre, con velocidades promedio del viento de más de 10,5 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 29 de octubre, con una velocidad promedio del viento de 11,5 kilómetros por hora. Weather Spark s. f.

El tiempo más calmado del año dura 7,2 meses, del 15 de diciembre al 23 de julio. El día más calmado del año es el 5 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 9,4 kilómetros por hora. Weather Spark s. f.

### **3.1.5. Insolación**

La duración del día en toda la comunidad de La Cueva varía durante el año con el día más corto de 10 horas con 49 minutos y el día más largo con 13 horas con 27 minutos de luz Natural (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.6. Suelo**

El suelo es vital en el medio físico de un ecosistema, cumple las siguientes funciones: Soporte de la vegetación, lugar para la vida del hombre, para la agricultura, ganadería,

agroforestería, siendo la interfase entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema.

Las características físicas de los suelos varían de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentran, no obstante, los suelos ubicados en las montañas son poco profundos, con presencia de afloramientos rocosos, siendo de textura pesada a mediana.

En tanto que los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales varían de moderadamente profundos a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores y más pesada en los horizontes profundos (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.7. Riesgo por Inundación**

Principalmente la zona más afectada es la parte sur del municipio que comprende parte del D-3 y D-4. El incremento de la precipitación pluvial de enero a marzo ocasiona la crecida de los ríos que afecta a los cultivos que se realizan en las terrazas aluviales, al igual que los caminos que bordean a los ríos (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.8. Riesgo por Granizada**

La importancia reside en los daños considerables que ocasionan a la agricultura, debido al daño físico efectuado. Ocurre con mayor frecuencia en los meses de noviembre a febrero con un rango de 5 a 10 granizos por año. El D-2 es el más afectado por este fenómeno (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.9. Riesgo por Sequía**

La zona más afectada es el D-2 y la parte oeste del D-5, que afecta negativamente a la producción agrícola, por la escasa precipitación en etapas críticas del desarrollo de los cultivos (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.10. Riesgo de Helada**

Fenómeno negativo que afecta a la producción agrícola. Se presenta con mayor intensidad en los meses de mayo a septiembre, afectando a los cultivos que se encuentran en pleno desarrollo. Son como promedio 7 días de helada en un año.

A mayor altitud y distancia respecto de la llanura y en dirección noreste se incrementa el número de días con helada con un promedio de 23 a 35 por año. El riesgo de helada es de 10 a 20 en Entre Ríos, en Narvárez de 30 a 80 y en Tentapiau de 5 a 10 días. La ocurrencia de las heladas de acuerdo a los productores se da cada 10 a 12 años (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

### **3.1.11. Vegetación**

El Municipio se encuentra ubicado en la región Subandina de Tarija. Su vegetación natural está constituida por bosques, matorrales y vegetación herbácea que abarcan el 80% del territorio, caracterizado por bosques de diferentes tipología y potencialidad ubicados íntegramente en paisajes de serranías y colinas (PDM ENTRE RÍOS, 2008).

Especies nativas presentes en el Municipio

#### **Especie Nombre Científico**

Afata *Malvastrum sp*

Alfilla flor roja *Ruellia sp.*

Aguay *Chrysophyllum gonocarpum*

Arrayan *Eugenia uniflora*

Barroso *Slaicifolius O.B.*

Cebil *Anadenanthera colubrina*

Cari *Piptadenia sp.*

Algarrobo *Prosopis alba*

Algarrobillo *Caesalpinea paraguarienses*

Brea *Cercidium praecox*  
Cedro *Cederela balansae*  
Coquilla del monte *Erytroxylon sp*  
Chalchal *Allophyllus edulis*  
Cheroque *Ruprechtia triflora*  
Chirimolle *Bimelia sp.*  
Churqui *Acacia cavens*  
Duraznillo morado *Ruprechtia sp.*  
Garbancillo o porotillo *Caesalpineia sp*  
Guayabo *Eugenia pseudo-mato*  
Guayabo *Eugenia pseudo-mato*  
Hediondilla o mata gusano *Solanum trichoneuron*  
Ibobe o monte hojudo *Caparis sp.*  
Jarquilla o garrancho *Acacia sp.*  
Kanlli *Tetraglochin cristatum*  
Lanza verdadera *Pataguhnula americana*  
Lanza amarilla *Terminalia triflora*  
Lapacho *Tabebuia ipe*  
Lapacho rosado *Tabebuia impetiginosa*  
Laurel *Phoebe porphyria grises*  
Lecheron *Sebastiana sp*  
Membrillo *Caparis twediana*  
Mistol *Ziziphus mistol*

Paja *Stipa ichu*  
Palo blanco *Calycophyllum multiflorum*  
Palo huanca *Bugainvillea sp.*  
Palo mataco *Achatocarpus praecox*  
Palo zapallo *Pisonia sp.*  
Palma real *Trithrynax sp.*  
Pasto *Helyonuruscf tripsacoides*  
Pasto pampeño *P. Notatum*  
Parralillo *Serjania sp*  
Pega pega *Petiveria albacea*  
Perilla *Phyllostilon rhamnoides*  
Pino del cerro *Podocarpus parlatorei*  
Trementina o Santamaría *Eupatorium sp*  
Quebracho blanco *Aspidosperma quebracho*  
Quebracho colorado *Schinopsis quebracho*  
Quina *Myroxilon periuforum*  
Quinilla *Pogonopus tubulosus*  
Roble *Amburuma cearensis*  
Sacarosa *Peyreskia sacarosa*  
Soto *Sinopsis haenkeana*  
Suiquillo *Diaptoeryx sorbifolia*  
Tala *Celtis spinosa*  
Taquillo *Prosopis nigra*

Tarco *Jacaranda minosifolia*

Tholilla *Baccharis boliviensis*

Tipa *Tijuana tipu*

Toboroche *Chorisia insignis*

Tusca *Acaccia aroma*

Urundel *Astronium urundeuva*

Fuente: Zonisig (Tarija, abril/01)

### **3.1.12. Economía**

La economía en el municipio de Entre Ríos se basa principalmente en la agricultura y la ganadería.

## **3.2. MATERIALES**

### **3.2.1. Material vegetal**

Planta de caña

La hoja verde

La hoja seca(maloja)

Tallos de la caña de azúcar

### **3.2.2. Material de campo**

Tablero

Machete

Azadón

Metro

Bolsas nailon

Romana

Papel de envoltura (sobre)

### **3.2.3. Material de escritorio**

Cámara fotográfica

Libreta de campo

### **3.2.4. Material experimental**

Laboratorio del CEANID.

## **3.3. METODOLOGÍA**

En este presente trabajo no se realizó diseños de campo porque se trabajó con una sola variedad de caña que es NA 89-1090, en una superficie de 7000m<sup>2</sup>.el cañaveral tiene una edad de 2 años y los estudios se harán con las socas de un año. De acuerdo a lo anterior el trabajo se realizó a partir de los meses de mayo a octubre del 2020.

Los fines del estudio son para abastecer de alimento al ganado bovino de doble propósito, pero especialmente para vacas lecheras.

El estudio para la determinación de nutrientes, proteínas, solidos solubles y fibra en la caña se realizó en el laboratorio de nuestra Universidad Autónoma Juan Misael Saracho lab.de CEANID. los estudios de determinación de solidos solubles de igual forma se entregará las muestras al lab.de CEANID se recolectará 10 cañas tomando de forma aleatoria considerando que estas mismas cañas deben encontrarse maduras.

La evaluación de las proteínas, y fibra de la hoja verde y hoja seca (maloja)se realizó primeramente el desarrollo del levantamiento de muestra en forma de zigzag en todo el predio, luego se realizó el corte de las hojas de la planta de la parte superior e inferior quedando la parte central la cual se debe colocar inmediatamente en un papel de envoltura para llevar al laboratorio ahí nos determinaran las proteínas, y fibra presente en las hojas verde y la maloja (hoja seca).

En el trabajo se presenta los diferentes resultados de laboratorio.

### **3.3.1. Procedimiento**

El trabajo que se describirá a seguida se realizó en el predio de estudio en la comunidad de La Cueva, provincia O'Connor del departamento de Tarija el 22 de septiembre del 2020.

#### **3.3.1.1. Muestreo y estudio de la hoja verde en la comunidad de La Cueva.**

La obtención de las muestras de hoja se realizó en el mes de septiembre (se tenía previsto realizar el muestreo de la hoja mucho más antes entre el mes de mayo a julio por motivos de la pandemia no se realizó y se realizó lo más antes posible cuando los laboratorios dieron su apertura porque era necesario realizar el muestreo de las hojas verdes antes que se secaran) el muestreo se realizó con fines de estudio de las proteínas y fibra. Para realizar el mismo se siguió el siguiente procedimiento:

Primeramente, se hizo un recorrido de todo nuestro cultivo que cuenta con una superficie de 7000m<sup>2</sup> de cañaveral con socas de un año.

Seguidamente se comenzó a recolectar las 10 muestras de una forma aleatoria tomando en cuenta que las mismas hojas sean representativas (cuando hablamos de muestras representativas se debe tomar en cuenta que las hojas que van a ser muestreadas no presenten ninguna anormalidad o enfermedades).

Seleccionamos la hoja TVD+1 que corresponda a la primera hoja con lígula visible.

Se eliminó los tercios superiores e inferiores y se toma únicamente el tercio medio, la lámina que sería un tamaño de 30cm.

Las muestras de hoja frescas del tercio medio se colocaron en sobres de papel.

La muestra fue identificada claramente como se describe en seguida:

**Nombre del solicitante:** Liz Noelia Mendoza Cespedes

**Propietario:** Ing. Víctor Adolfo Villaroel.

**Ubicación del muestreo:** Comunidad la Cueva, provincia O'Connor departamento de Tarija.

**Fecha del muestreo:** 22 de septiembre del 2020

**Estudio de lab.:** Fibra y proteína (hoja verde)

Las muestras que se recolectó fueron guardadas para que en el siguiente día fueran llevadas al lab. de CEANID el mismo que se encuentra ubicado dentro del campo universitario.

Al siguiente día se realizó la entrega de la muestra al lab. de CEANID. En horas de la mañana.

Una vez que entregamos la muestra el encargado del lab. dijo que pasara a recoger los resultados del estudio 10 días hábiles a partir de la fecha que sería entre 8 de octubre del 2020.

Los resultados fueron recogidos el 12 de octubre del 2020.

Haciendo un análisis de los resultados que nos dio el lab. Se llegó a una conclusión que la hoja verde de la caña de azúcar presenta un 31.45 % de fibra y 3.20% de proteínas.

### **3.3.1.2. Muestreo y estudio de la hoja seca (maloja) en la comunidad de La Cueva.**

Las muestras fueron recolectadas el 22 de septiembre del 2020 con fines de estudio de la fibra y proteína de nuestro cultivo de caña que se encuentra en la comunidad de la cueva provincia O'Connor departamento de Tarija y cuenta con una superficie de 7000m<sup>2</sup>. El cultivo es de 2 años de edad con socas de un año. Seguidamente describiremos el proceso que se siguió:

Primeramente, se hizo un recorrido de todo el cultivo para ver los lugares más representativos para el muestreo. Dado que el muestreo se realizó de forma aleatoria en todo el cañaveral.

Seleccionamos las hojas secas (maloja) que no estén dañadas por insectos o enfermedades y procedimos a recolectar en forma aleatoria en todo el cultivo las muestras que se recolecto son 10 a 15 hojas secas

Una vez que ya tenemos presente las muestras de hoja seca se iso el corte de los tercios superiores e inferiores para quedarse tan solo con el tercio medio y llevar al lab.

Toda la muestra que se recolectó se guardó en un sobre de papel para luego fue sellado.

Seguidamente se iso la debida identificación de la muestra. como lo mostraremos a seguida.

**Nombre del solicitante:** Liz Noelia Mendoza Cespedes

**Propietario:** ing. Víctor Adolfo Villaroel.

**Ubicación del muestreo:** comunidad la Cueva, provincia O'Connor departamento de Tarija.

**Fecha del muestreo:** 22 de septiembre del 2020

**Estudio de lab.:** fibra y Proteína (maloja)

Luego de tener nuestra muestra ya lista se lo guardo en un lugar fresco para luego ser trasladado al lab.

El día 24 de septiembre del 2020se entrego la muestra al laboratorio del CEANID, a mediados de la 9:00am a 10:00am.

Las muestras se recogieron a partir de la fecha 8 días hábiles después eso significa que entre el 8 de octubre ya estaban los resultados disponibles por problemas superiores se recogió el 12 de octubre del 2020.

### **3.3.1.3. Muestreo y estudio del tallo de la caña de azúcar en la comunidad de La Cueva**

El muestreo del tallo de la caña de azúcar se realizó cuando la planta cumplía las condiciones principales que el cultivo se encuentre maduro ( para garantizar la madures planta debe tener menos de 12 hojas en la planta, el primer metro del tallo debe estar sin presencia de hojas si la planta cumple con estos simples parámetros podemos decir que la planta se encuentra madura)el muestreo se realizó el 22 de septiembre del 2020 en el cañaveral que cuenta con una superficie de 7000m<sup>2</sup> con cañas de 2 años de edad con

socas de un año, con fines de estudio de las variables que son: fibra, proteínas y sólidos solubles. El muestreo se realizó de la siguiente manera:

- Principalmente se tomó en cuenta las condiciones de madurez la misma que el cañaveral cumplía para seguir con el levantamiento de las muestras.
- Seguidamente se sacó 10 cañas de forma aleatoria de todo el predio tomando en cuenta los lugares más representativos.
- Una vez que tenemos las cañas se cortó el primer metro desde el suelo la misma que se encuentra con mayor concentración y mayor madurez se deberá sacar 10 cañas de todo el predio de forma aleatoria, las cañas.
- Una vez que tenemos las 10 muestras se las pasó a embazar en una bolsa de nailon para que sean trasladadas al lab.
- Una vez que esta todo empaquetado se hizo la identificación de la muestra.

Como se verá a continuación:

**Nombre del solicitante:** Liz Noelia Mendoza Cespedes

**Propietario:** ing. Víctor Adolfo Villaroel.

**Ubicación del muestreo:** comunidad la Cueva, provincia O'Connor departamento de Tarija.

**Fecha del muestreo:** 22 de septiembre del 2020

**Estudio de lab.:** fibra, proteínas y sólidos solubles(tallo)

- El 24 de septiembre del 2020 se realizó la entrega de la muestra al lab. Del CEANID.
- Los resultados de la muestra estaban disponibles a partir de la fecha 8 días hábiles después, eso significa que entre el 8 de octubre ya estaban los resultados disponibles por problemas superiores se recogió el 12 de octubre del 2020.
- De acuerdo con los estudios que se realizó en las muestras nos dio como resultado a nuestras variables de la siguiente manera:

Fibra:2.09%

Proteínas: 0.87%

Sólidos solubles: 26.70°brix

#### **3.3.1.4. Determinación de la materia verde en la comunidad de la cueva.**

- Para realizar la determinación de la materia verde en nuestro cultivo que cuenta con una superficie de 7000m<sup>2</sup> la misma determinación se realizó a mediados de septiembre, cabe mencionar que el estudio y la determinación de la materia verde se realiza con fines de importancia forrajera para saber la cantidad de materia verde se presenta en todo nuestro cultivo a seguida se describirá los pasos que se siguió:
- Primeramente, se buscó los lugares más representativos del cultivo tomando en cuenta que por cada 10000 m<sup>2</sup> se debería realizar 3 líneas de 50 metros tomando muestras de cada 10 metros, pero como nuestro cultivo tiene una superficie de 7000m<sup>2</sup> tan solo se realizó 2 línea de 50 metros tomando las muestras cada 10metros.
- Se trazo una línea de 50metros de una forma aleatoria en un lugar más representativos.
- Para hacer el levantamiento de la muestra se recogió las cañas de línea marcada 0.50metros ala izquierda de la línea y 0.50metros ala derecha, y se recogió toda la caña de 1m<sup>2</sup> y así sucesivamente de cada 10 metros eso significa que tendremos 10 muestras cada una de un m<sup>2</sup>.
- Para medir el m<sup>2</sup> se izó mediante un metro y colocando una estaca cada esquina luego se lo señalizó con una cinta para marcar todo el m<sup>2</sup>.
- Una vez que ya se recogió las cañas del metro cuadrado se hizo el pesaje de cada una identificando la muestra. Lo cual nos dio como resultado lo siguiente:

#### **3.3.1.5. Determinación de la materia seca**

- Para la determinación de la materia seca se trabajó con los mismos datos los cuales obtuvimos del muestreo para determinar la materia verde.
- Para la determinación de la Materia seca se hizo la entrega de la muestra al lab. de CEANID.

- Al lab. Se hizo la entrega de una sola muestra por motivos que se nos hizo difícil haber llegado toda la muestra ya que se encontraban a una larga distancia y para trasladar se usó un servicio público.
- La muestra que se trajo fue la que tenía el peso promedio que sería la M4:10.405Kilos de la línea 2.
- A partir de ese dato se hizo entrega al lab. Del CEANID el 24 de septiembre del 2020.
- Los resultados del lab. Se recogieron el 12 de octubre del mismo año los cuales no dieron lo siguiente:
  - Materia seca: 40.88% por m<sup>2</sup>

### **3.4. VARIABLES EVALUADAS**

Porcentaje de proteínas, y fibra en la hoja verde de la caña de azúcar.

Porcentaje de fibra y proteína en la hoja seca(maloja)de la caña de azúcar.

Grados brix de Sólidos solubles, y porcentaje de fibra y proteína en el tallo de la caña de azúcar.

Cantidad de materia verde (kg) y materia seca (%) en la caña de azúcar.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4. INTERPRETACIÓN DE LAS VARIABLES EVALUADAS

##### 4.1. INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLES PROTEINA Y FIBRA EN LA HOJA VERDE DE LA CAÑA DE AZÚCAR

**TABLA N° 2 RESULTADOS DEL LABORATORIO DE HOJA VERDE**

PARÁMETRO	TÉCNICA y/o METODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Fibra	Gravimétrico	%	31.45	Sin referencia	Sin Referencia	
Proteína (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	3.20	Sin Referencia	Sin Referencia	

*NB: Norma Boliviana                      ISO: Organización internacional de Normalización                      % porcentaje*

Haciendo un análisis de los datos obtenidos en el lab. del CEANID, para la variable hoja verde se registró un promedio de 31.45 % de fibra y 3.20% proteína.

La fibra aportará favorablemente en el rumen de los animales por lo cual no comprometerá la salud del animal, es importante mencionar que no se debe exceder con la fibra en las dietas alimentarias ya que dificultaría la digestión de los alimentos.

Los forrajes representan la fuente principal de fibra en las dietas del ganado alimentado en corrales, y tienen un impacto importante sobre la salud ruminal y el comportamiento productivo del animal (Garza F.2017).

La fibra es uno de los principales componentes de la dieta de vacas lecheras, por lo cual es necesario determinar para cada caso en particular la cantidad adecuada de fibra que las vacas deben consumir (Alejandro et al 2006).

Por otra parte, las proteínas son muy importantes en las dietas alimentarias ayuda principalmente en el desarrollo de los tejidos de acuerdo a los resultados obtenidos en





Los sólidos solubles aportan a la palatabilidad del alimento por su sabor dulce, la palatabilidad es el placer o hedonismo que un animal experimenta al consumir un determinado alimento o fluido.

Basado en estos principios, Preston (1988); citado por ARANDA (2018), sugiere que, en la alimentación del ganado basado en la caña de azúcar, se debe utilizar caña madura (jugo con no menos de 12 a 16 grados Brix) y picarla en partículas no mayores de 10 a 20 mm.

En tallo se obtuvo 2.09% de fibra. Según Almeyda (2013), indica que los parámetros aceptables de fibra son 17% a 22%, haciendo una comparación con el estudio realizado el porcentaje de fibra es muy bajo en el tallo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio se obtuvo 0.87 % de proteína en Tallo. Según Almeyda J.(2013), mediante estudios para alimentación para ganado bovino determina que una ración alimentaria necesita de 22% de proteína, por lo que podemos concluir que el tallo presenta una carencia en proteínas. Lo cual para una dieta alimentaria se debe añadir con otras forrajeras que sean ricas en proteínas para cumplir los requerimientos del animal. Las proteínas son necesarias para la formación de tejidos y otras sustancias como las enzimas. (Arreaza s. f.).

La digestión de la fibra se ha planteado como una limitante en el consumo voluntario de la caña, ha sido señalado por Martín (2004) citado por ARANDA et al. 2015)

La **fibra** es un componente de gran importancia tanto **para animales** mono gástricos como **para** rumiantes poligástricos. En **animales** mono gástricos como el pollo, la **fibra** mejora la digestibilidad de los componentes alimenticios de la **dieta** y con ello la absorción de los nutrientes (PAF s,f).

#### 4.4. INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLE MATERIA VERDE Y MATERIA SECA

**TABLA N° 5 RESULTADOS DE MATERIA VERDE**

	<b>Peso por m<sup>2</sup></b>	<b>Peso por ha.</b>
Materia verde	10.405kilos	104050kilos/ha

*Elaboración propia.*

**TABLA N° 6 RESULTADOS DEL LABORATORIO DE MATERIA SECA**

PARÁMETRO	TÉCNICA y/o METODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Materia Seca	NB 313010:05	%	40,88	Sin referencia		Sin Referencia
<i>NB: Norma Boliviana</i>				<i>% porcentaje</i>		

**TABLA N° 7 CÁLCULOS**

PARAMETRO	PORCENTAJE/M2		CANTIDAD DE FORRAJE	CONSUMO POR ANIMAL/5MESES	CANTIDAD DE ANIMALES A ALIMENTAR
Materia seca	40.88%		42,54th/ha	1148Kg/MS/5meses	37 animales/5meses

*Fuente propia.*

Un componente básico de la dieta es la materia seca, cuyo valor se debe conocer para todas las forrajeras utilizadas en la explotación, lo cual permite mejorar la dieta que se ofrece, ya que facilita su balance.

Tomando en cuenta la cantidad de materia seca que se presenta se puede alimentar a 37 animales de 300kg /peso vivo por un tiempo de 153días (5meses de junio a octubre) en una superficie de 10000m<sup>2</sup>.

#### 4.5. INTERPRETACIÓN DE LAS MEDIAS DE TODAS LAS VARIABLES EVALUADAS

**TABLA N°8 RESULTADOS GENERALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR.**

	VARIABLES	RESULTADOS DE LAB,	X
<b>FIBRA</b>	Hoja seca	34.58%	22.71%
	Hoja verde	31.45%	
	Tallo	2.09%	
<b>PROTEÍNA</b>	Hoja seca	5.44%	3.17%
	Hoja verde	3.20%	
	Tallo	0.87%	
<b>SÓLIDOS SOLUBLES</b>	Tallo	26.70°brix	26.70°brix
<b>MATERIA SECA</b>	Planta/m <sup>2</sup>	40.88%MS	40.88%MS

##### 4.5.1 FIBRA

Según Bustamante G. (2004) determinó que la caña de azúcar presenta el 48% de fibra, lo que significa que nuestro cañaveral está por debajo de esos datos con 22.17%. Según Almeyda J.(2013) mediante estudios de alimentación para ganado bovino determina que una ración alimentaria necesita de 17% a 22% de fibra, tomando en cuenta este dato la caña de azúcar está dentro de las forrajeras aceptables por la fibra.

##### 4.5.2 PROTEINA

Según los estudios de Bustamante G,(2004) la caña de azúcar presenta menos del 5% de proteína y con nuestros resultados de lab. podemos corroborar este dato obteniendo el 3.17% de proteína.

Según Almeyda J,(2013) el ganado necesita de 22% de proteína en una ración alimentaria lo que se hace necesario suministrar con otros alimentos ricos en proteínas como ser soja, girasol, etc.

### 4.5.3. SOLIDOS SOLUBLES

Según Guerrero (2004). la caña de azúcar presenta 18°brix, haciendo una comparación con nuestros resultados de lab. se obtuvo 26.70°brix, lo cual está por encima de los resultados que realizó Guerrero.

### 4.5.4. MATERIA SECA

De acuerdo a los estudios del instituto nacional de investigación agrícola INIA Venezuela (2010), determinaron que la caña de azúcar presenta el 45.46% MS. Haciendo una comparación con el resultados de laboratorio se determinó que la caña de azúcar presenta 40.88%MS, viendo estos datos podemos afirmar que no existe gran diferencia. Pero haciendo una comparación con otra forrajera como por ejemplo de gramíneas y leguminosas su rendimiento es de 18%MS determinado por Calistro (2012), haciendo relación con los resultados obtenidos es mucha la diferencia entre forrajeras, pero es importante mencionar que la caña de azúcar requiere mayor mano de obra que los pastos que son consumidos en el mismo lugar y la caña de azúcar necesita ser cortada y picada antes de dar a los animales lo cual implica mano de obra.

**TABLA N° 9 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES VARIABLES PARA OBSERVAR SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN PROTEINA**

PROTEÍNA	$\Sigma X$	X	S <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> p	SX <sub>1</sub> -X <sub>2</sub>	t	GL	t de student (5%)
Hoja seca/hoja verde (HS/HV)	HS:54.4	5.44	266.3	179.23	5.99	1.39	9	1.87
	HV:32	3.20	92.16					
Hoja seca/tallo (HS/T)	HS:54.4	5.44	266.3	136.58	5.23	2.45	9	1.87
	T:8.7	0.87	6.81					
Hoja Verde/Tallo (HS/T)	HV:32	3.2	92.16	49.48	3.15	2.12	9	1.87
	T:8.7	0.87	6.8					

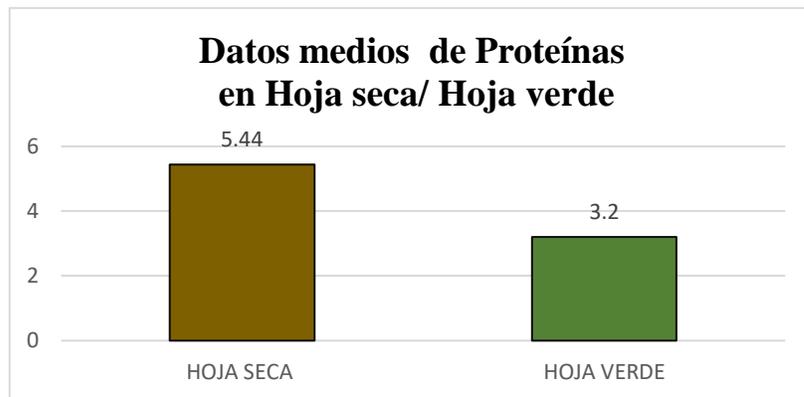
**Fuente:** Elaboración propia

C=1.83(tabla de distribución t de student)

GL=9

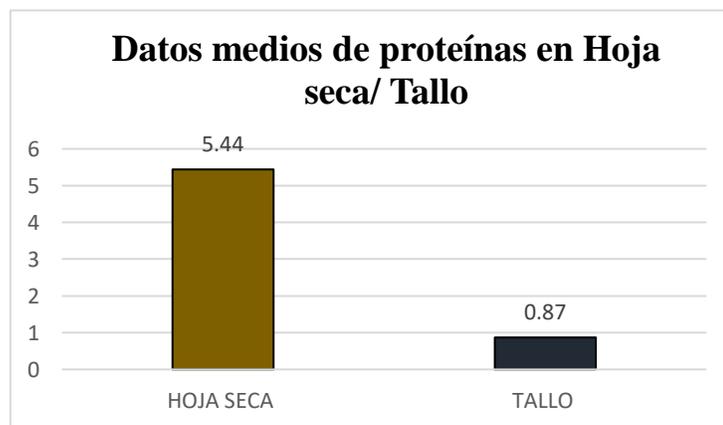
Error =5%

### GRÁFICA N° 1 COMPARACIÓN DE MEDIAS EN PROTEÍNA DE HOJA SECA / HOJA VERDE



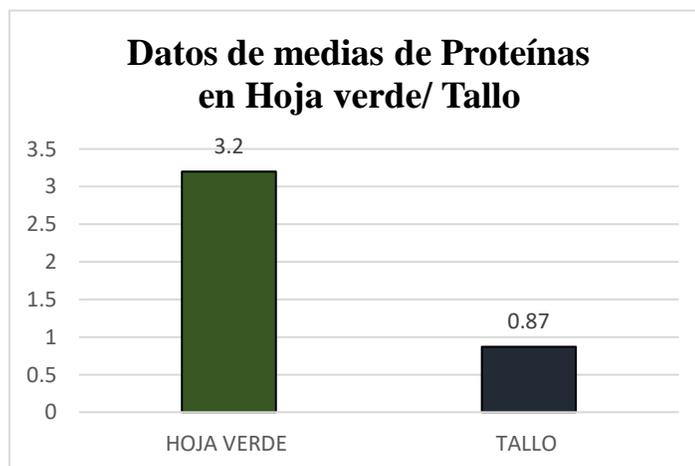
De acuerdo a las pruebas estadísticas entre las medias de la hoja seca/ hoja verde aplicando la t de student se concluye que no diferencia significativa en proteínas entre las hojas secas y hoja verde, porque  $t < C$  ( $1.39 < 1.83$ ).

### GRÁFICA N°2 COMPARACIÓN DE MEDIAS EN PROTEÍNA EN HOJA SECA/TALLO



En la interrelación entre las medias de hoja seca/tallo de proteínas aplicando la t de student se define que si hay diferencia significativa en proteínas entre hoja seca/ tallo porque la  $t_c$  ( $2.45 > 1.83$ )

**GRÁFICA N° 3 COMPARACIÓN DE MEDIAS DE PROTEÍNAS EN HOJA VERDE/TALLO**



Según las pruebas estadísticas de las medias de hoja verde/tallo en proteínas aplicando la t de student se obtiene que si hay diferencia significativa entre la hojas verde y tallo en proteínas porque la  $t > C$ , ( $2.12 > 1.83$ ).

**TABLA N° 10 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES VARIABLES PARA OBSERVAR SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN FIBRA**

FIBRA	$\sum X$	$\bar{x}$	$s^2$	$s^2_p$	$SX_1 - X_2$	$T$	GL	$t$ de student (5%)
Hoja seca/hoja verde (HS/HV)	HS:345.8	34.58	10761.99	9831.9	44.34	0.70	9	1.83
	HV:314.5	31.45	8901.9					
Hoja seca/tallo (HS/T)	HS:345.8	34.58	10761.99	5400.65	32.87	9.79	9	1.83
	T:20.9	2.09	39.31					
Hoja Verde/Tallo (HV/T)	HV:314.5	31.45	8901.9	4470.6	29.90	9.26	9	1.83
	T:20.9	2.09	39.31					

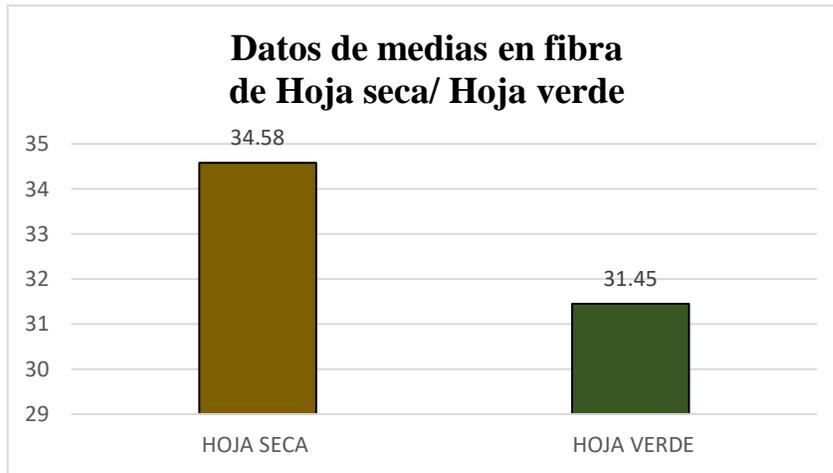
**Fuente:** Elaboración propia

$C = 1.83$  (tabla de distribución de t student)

GL=9

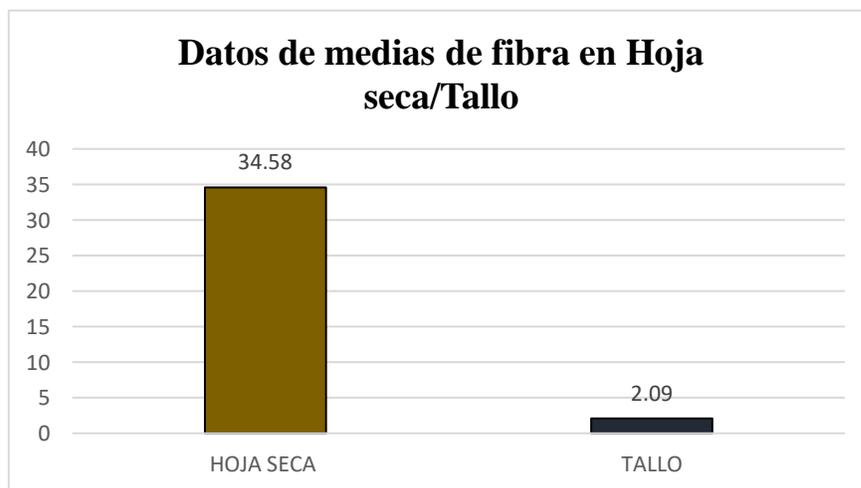
Error =5%

**GRÁFICA N° 4 COMPARACIÓN DE MEDIAS EN FIBRA DE HOJA SECA / HOJA VERDE**



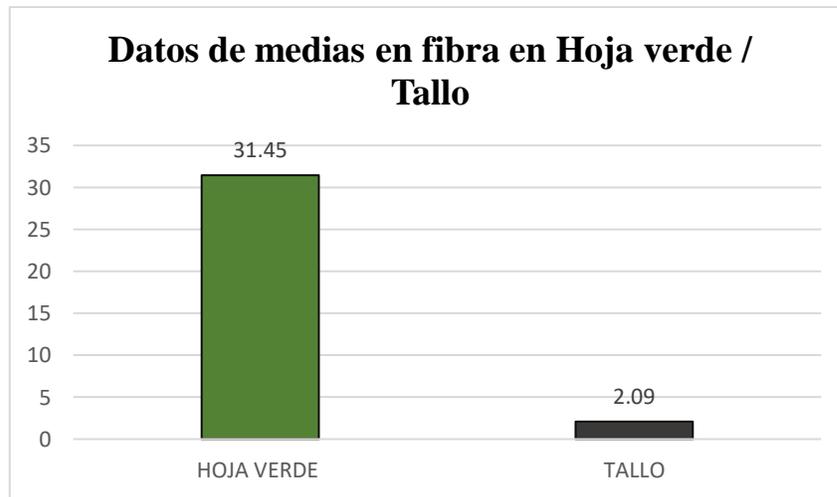
De acuerdo a la comparación estadística de las medias de hoja seca /hoja verde se observa que no hay diferencia significativa entre la fibra de hoja seca y fibra de hoja verde porque la  $t < C$  ( $0.70 < 1.83$ ).

**GRÁFICA N° 5 COMPARACIÓN DE MEDIAS EN FIBRA DE HOJA SECA / TALLO**



Haciendo una prueba estadística entre la fibra de hoja seca/ tallo mediante la prueba de la t de student se obtiene que si hay diferencia altamente significativa porque la  $t > C$  ( $9.79 > 1.83$ )

**GRÁFICA N°6 COMPARACIÓN DE MEDIAS EN FIBRA DE HOJA VERDE / TALLO**



De acuerdo a la prueba de t de student se puede obtener que si hay diferencia altamente significativa entre la media de fibra en hoja verde/tallo porque la  $t > C$  ( $9.26 > 1.83$ ).

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5. CONCLUSIONES

Haciendo un análisis de los resultados de laboratorio concluimos que:

- Según los resultados obtenidos para las variables proteína y fibra en la hoja verde se registró un promedio de 34.45% de fibra y 3.20% proteína de acuerdo a estos resultados se concluye que la fibra se encuentra dentro de los parámetros (25% a 35%) establecidos por Alejandro *et al.*,(2006). Pero la misma carece de proteínas de acuerdo Almeyda (2013) no cumpliendo el parámetro 22%.
- Para la variable fibra y proteína en la hoja seca, el laboratorio de CEANID nos brindó los siguientes resultados 34.58% de fibra y 5.44% de proteína. Haciendo una comparación en fibra con los autores Alejandro (2006) y Almeyda (2013) se concluye que la fibra esta en el rango (25% a 35%) citado por Alejandro, pero está por encima de lo mencionado por Almeyda (17% a 22%). En cuanto a la proteína se encuentra por debajo del rango (22%) aceptable citado por Almeyda.
- En los resultados obtenidos para la variable solidos solubles, fibra y proteína en el tallo se observo los siguientes resultados 26.70°brix en solidos solubles, 2.09% en fibra y 0.87% en proteína, se concluye que el tallo carece en fibra y proteína y es rico en sólidos solubles.
- Haciendo un análisis y cálculos de la cantidad de materia seca que presenta la caña de azúcar por una hectárea se concluye que se puede alimentar a 37 animales por un lapso de 5 meses (junio-octubre) lo cual nos indica que se encuentra entre las primeras forrajeras con mayor volumen de materia seca.
- Realizando las comparaciones de las medias de las diferentes variables evaluadas, y aplicando las estadísticas se concluye que no existen diferencias significativas entre fibra y proteína de la hoja seca/hoja verde porque la  $t < C$ . y existe diferencia significativa en proteínas entre hoja seca/ y hoja ver/tallo. Así mismo de acuerdo a las

estadísticas se concluye que hay una gran significancia en fibra entre hoja seca/tallo y hoja verde/tallo. porque la  $t > C$ .

- Tomando las medias generales de fibra, proteína, sólidos solubles y materia seca se concluye que la caña de azúcar presenta 22.71% de fibra, 3.17% de proteína, 26.70° brix y 40.88% MS. De acuerdo a los datos presentados la caña de azúcar cumple los estándares permitidos en fibra, sólidos solubles y materia seca, y carece en proteína.

### **5.1. RECOMENDACIONES**

Habiendo concluido el trabajo de investigación con fines de importancia forrajera se recomienda:

- Realizar estudios a fondo sobre la caña de azúcar con fines forrajeras, para fortalecer la investigación.
- Usar la caña de azúcar como forraje, combinando con otras forrajeras ricas en proteína para balancear el alimento.
- Realizar estudios a fondo de sólidos solubles sobre cómo influye en el animal cuando la ración alimenticia para el ganado bovino presenta exceso de la misma.
- Difundir la información en la región para contribuir en el desarrollo ganadero de la comunidad.
- Continuar realizando investigaciones y trabajos con otras variedades de caña de azúcar ya que de ese modo se podrá recaudar más información.