

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1.CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Daniel y Roach (1987), señalan que la existencia de la caña de azúcar en la India y la China puede situarse unos 6000 años a. de J.C. Su empleo para la alimentación humana se remonta a 3000 año a. d. J.C., pues los romanos ya conocían este artículo, pero fueron los árabes quienes difundieron estacas de caña de azúcar, primero en Palestina y luego en Egipto (700 años d. de J.C.), y más luego en Sicilia, España y Marruecos.

Los mismos autores explican que Cristóbal Colon en su segundo viaje llevó esquejes de la Islas Canarias (actualmente, República Dominicana). Este cultivo se desarrollará entre los años 1500 y 1600 en la mayoría de los países tropicales de América, y durante mucho tiempo ha sido su principal riqueza agrícola en su región.

Según investigadores, en Bolivia señalan que Ñuflo de Chávez. Fue aquél que plantó la primera caña de azúcar en Santa Cruz, por el año 1629; por otra parte, el Fraile Carmelita y Antonio Vázquez de Espinosa manifiestan en el mismo año, la existencia de producción de caña de azúcar, señalando que se contaba con 25 ingenios rústicos procesadores de azúcar (Nieves, 1999).

Villarroel (1991), citado por Nieves et al., (1999), reporta que en los años 1920 a 1930 en la zona de Porcelana se empezó a cultivar la caña de azúcar en pequeña escala, utilizando variedades denominadas “Criolla Blanca” y “Rayada” (*Saccharum officinarum*) conocida como “Caña japonesa”. Luego se realiza la introducción de la caña de azúcar en la región de Bermejo el año 1962, con propósitos de incrementar su producción, siendo don Alfonso Gutiérrez el primer agricultor cañero.

##### 1.1.1. 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 complejo *Saccharum* es la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas, por encontrarse allí el mayor número de especies (Alexander, 1973).

Arstschwager y Brandes (1958), consideran a Nueva Guinea como el centro principal de origen de las formas de *Saccharum officinarum* L., derivada de *Saccharum robustum*, a partir del cual, y favorecidas por las características geográficas de aquel periodo (Cretáceo), comenzaron las migraciones de las primitivas cañas silvestres por el mundo.

### 1.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA

La caña de azúcar fue clasificada por Linneo en 1753 como *Saccharum officinarum* L., y posteriormente sufrió numerosos intentos de sistematización por diversos autores, por ejemplo: Roxburgh, 1832; Haket, 1887; Hooker, 1897). Con el transcurso del tiempo, y en la misma medida en que se producía los adelantos científicos, nuevos intentos en la sistematización de la caña se produjeron, entre ellos los estudios de Jeswiet (1916, 1925 y 1927).

<b>Reino</b>	: Vegetal
<b>Phylum</b>	: Telemophytae
<b>Division</b>	: Tracheophytae
<b>Sub Division</b>	: Anthophyta
<b>Clase</b>	: Angiospermae
<b>Sub Clase</b>	: Monocotyledonae
<b>Orden</b>	: Poales
<b>Familia</b>	: Poaceae
<b>Sub Familia</b>	: Panicoideae
<b>Tribu</b>	: Andropogoneae
<b>Nombre Científico</b>	: <i>Saccharum officinarum</i> L.
<b>Nombre común</b>	: Caña de Azúcar.

Fuente:( Herbario Universitario (T.B.) 2023

### 1.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

#### 1.1.3.1. Raíz.

La función principal del sistema radical es la absorción de agua y sales minerales, para proporcionar anclaje y para almacenar materiales de reserva (Subiros, 1995).

En la caña de azúcar se puede distinguir dos tipos de raíces bien diferenciadas: la primera, que se denomina raíces; y los tallos (o caña semilla), que se originan en los primordios radiculares, que se encuentran en la banda radical del tallo, son delgados y presentan características típicas de las raíces fibrosas de las gramíneas. En cambio, las raíces del “Brote” son gruesas y blanquecinas y de menor abundancia que la anterior. A medida que el “Brote” va creciendo, aquellas raíces se van haciendo más delgadas (Fogliata, 1995).

Y también reitera lo siguiente a continuación: la vida de la “raíces de absorción” está ligada a la duración del tallo, y por ello, el sistema radicular tiene un continuo envejecimiento que es necesario cuidar con las prácticas culturales para evitar dañar al mismo. Es distinto lo que ocurre con las raíces de sostén, cuya duración es más prolongada, pues viven tanto como las sepas y están situadas a mayor profundidad que las raíces de absorción. El momento crítico para el cuidado de estas raíces es durante la brotación y macollaje. Allí las labores mecánicas en la tronchas no deben ser profundas, pues dañarían ese tipo de raíces, con lo cual se afectaría la absorción de agua y de nutrientes en un momento crucial para el desarrollo del cultivo.

Existen las raíces de la estaca original, la cual se origina a partir de la estaca que se planta o siembra, son delgadas, muy ramificadas y su periodo de vida llega hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes (aproximadamente tres meses después de la plantación), y también existe la raíz del brote, la cual son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. (Guía\_tecnica\_del\_cañero/Patricia A. Digonzelli. 2015)

### **1.1.3.2. Tallo.**

Es el órgano de mayor importancia (desde el punto de vista económico), debido a que en él se almacenan los carbohidratos producto de la fotosíntesis de la planta. Posteriormente, por medio del proceso industrial se obtiene la sacarosa y otros derivados como la maleza, bagazo y cachaza (Martín, 1961).

Artschwager y Brandes (1958) señalan que el tallo se forma en el momento de germinar las yemas. Entonces se produce un primer eje (tallo primario) con sus respectivos brotes nudos y entrenudos. Del tallo primario, a su vez, germinan yemas que producen nuevos brotes denominados tallos secundarios; de estos brotan yemas y se originan los tallos terciarios, y así sucesivamente, hasta construir una aglomeración, proceso que se denomina macollamiento.

El tallo se denomina primario, secundario, terciario, etc. Según provenga de las yemas del material vegetativo original, del tallo. En el tallo se distribuye y almacena el azúcar, acumulándose primero en los entrenudos inferiores y disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo. (guía\_tecnica\_del\_cañero/Patricia A. Digonzelli. 2015)

Moore (1987), menciona que el color de los tallos depende de la variedad. Generalmente es verde: sin embargo, puede apreciarse otras coloraciones: amarillas, rojizas, moradas o combinaciones a causa de la presencia de pigmentos como las xantofilas, antocianinas, corotenos y clorofilas. Con la edad, por el efecto de los rayos solares, pueden producirse cambios en la coloración del tallo en una misma variedad. La coloración interna es posible que cambie a verde, blanco, gris o rojo.

La caña de azúcar se multiplica asexualmente, es decir por medio de los mismos tallos denominados esquejes, siendo técnicamente la caña semilla formada por un conjunto de yemas, llamado también fitómeros (Font Quer, 1953).

### **1.1.3.3. Yema.**

Se encuentra en la banda radical. En la yema se distinguen el profilo, que es la primera hoja, el poro germinativo, por donde emergerá el tallo en el momento de germinar la yema: el ala, la zona central, punto de separación entre el ala y la zona central y el apéndice. Existen formas muy variadas de yemas, con mayor o menor cantidad de pelos epidérmicos (pubescencias) sus características dependen de la variedad y son de gran utilidad taxonómica. (Artschwager y Brandes, 1958).

La yema se encuentra ubicada en cada uno de los nudos, sin embargo, Dillewijn (1952), indica que se dan casos de yemas dobles en algunos nudos; también se tiene las yemas

adventicias, estas mismas yemas se originan en cualquier parte del canuto. Desde el punto de vista morfológico podemos indicar que la yema es un brote en estado embrionario que consiste en dar origen a un nuevo y primer tallo.

#### **1.1.3.4. Hoja.**

La hoja es un órgano especializado cuya principal función es la de llevar a cabo la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química. También las hojas cumplen un papel importante en el proceso de la respiración celular, en la transpiración y en el intercambio gaseoso. El proceso inverso, conocido como respiración, es el gasto de la energía almacenada, que la planta utiliza para llevar a cabo diferentes procesos metabólicos (Subiros, 1995).

Las hojas de la caña de azúcar se originan en los nudos y se distribuyen en posiciones alternas a lo largo del tallo, a medida que este crece. Cada hoja está formada por la lámina y la vaina. La unión entre estas dos partes se denomina cuello, donde se encuentran la lígula y las aurículas, estas últimas con una pubescencia variable. La forma y el color de la lígula, así como la forma de las aurículas y su grado de desarrollo son características importantes en la diferenciación de las variedades de caña de azúcar. La hoja o lamina foliar es la parte más importante para el proceso de la fotosíntesis y su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la pendulosa y la erecta. (Guía\_tecnica\_del\_cañero/Patricia A. Digonzelli. 2015)

#### **1.1.3.5. Inflorescencia.**

La aparición de la inflorescencia es la culminación de del ciclo vegetativo completo de la caña de azúcar para dar lugar a la fase reproductiva. Ello ocurre cuando el meristema apical del tallo, obedeciendo a determinadas condiciones de foto periodo, temperatura humedad y altura del tallo, cambia de la fase de crecimiento a la de reproducción. El crecimiento cesa y aparece el primordio floral (Fogliata, 1995).

La inflorescencia en la caña de azúcar, para Subiros (1995), señala que es la última fase del ciclo de la planta dando lugar a la fase reproductiva mediante el meristema apical del tallo conjuntamente con las condiciones del foto periodo, temperatura, humedad, altura del tallo,

formando así la inflorescencia; luego, la reproducción tiene una gran importancia para la obtención de nuevas variedades.

#### **1.1.4. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMATICAS**

##### **1.1.4.1. Temperatura**

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

Cada fase de crecimiento tiene exigencias diferentes. La brotación de las yemas se inicia o activa con temperaturas superiores a 10° C, aunque es lenta hasta los 16-18°C, generalizándose cuando los valores superan los 20°C. Durante el periodo de gran crecimiento, el desarrollo vegetativo puede verse afectado por temperaturas inferiores a 16-17°C, siendo óptimos valores entre los 28-35°C. La caña de azúcar puede soportar temperaturas máximas de 45-50°C, aunque esto provoca retrasos en su crecimiento.(Guía\_tecnica\_del\_cañero/Patricia A. Digonzelli. 2015)

Fogliata (1965), menciona un factor importante como las temperaturas máximas del área cañera de Tucumán sobrepasan en el verano los 32°C, y en término medio poseen un valor entre 25 a 27.3°C.

##### **1.1.4.2. Precipitación.**

La precipitación adecuada para este cultivo es de 1.500 mm bien distribuida durante el período de crecimiento (nueve meses). La caña necesita la mayor disponibilidad de agua en la etapa de crecimiento y desarrollo, durante el período de maduración esta cantidad debe reducirse, para restringir el crecimiento y lograr la acumulación de sacarosa (DGIEA, 1991).

Fogliata (1965), menciona que las lluvias en el trimestre más cálido (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. Se da especial énfasis a las lluvias estivales, porque ellas son determinantes para la producción cañera.

#### **1.1.4.3. Tipo de suelo para la caña de azúcar y el pH.**

La caña de azúcar no exige un tipo específico de suelo, se la puede cultivar en diversas clases de “tierra”, pero hay que considerar algunas características “ideales” para el cultivo. Estas son: suelos bien drenados, blandos y profundos, para que las raíces puedan desarrollarse y asegurar la nutrición de las plantas. Los suelos deben ser permeables y porosos, a fin de permitir el drenaje del agua excedente a las capas inferiores y, al mismo tiempo, tener la capacidad de retener la cantidad de aire y agua suficiente para que las raíces puedan respirar y absorber el agua. En cuanto al pH (medida de la acidez o alcalinidad del suelo), este debe permanecer en un rango entre 5 y 8, sin presencia de sales y/calcáreo. (Guía\_tecnica\_del\_cañero/Patricia A. Digonzelli. 2015)

Es importante que el suelo contenga todos los elementos minerales indispensables para la nutrición de la caña de azúcar y que estos elementos estén suficientemente fijados al suelo para evitar su pérdida hacia capas profundas, fuera del alcance de las raíces, el suelo también debe ser el hábitat de los microorganismos necesarios para transformar la materia orgánica en minerales útiles para la planta, además un buen suelo debe facilitar la realización de las labores agrícolas, sin que esto se traduzca en impactos negativos o respuestas desfavorables al uso que el hombre haga del mismo.

Las propiedades favorables del suelo para el cultivo de la caña de azúcar son:

- **Textura:** suelo con proporciones adecuadas de los tres componentes, es decir un suelo franco-arenoso-arcilloso.
- **Estructura:** granular que facilite su laboreo y capacidad para almacenar agua y un adecuado grado de infiltración.
- **Composición mineral:** una suficiente cantidad de los cuatro nutrientes minerales calcio (Ca), nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio(K); además de materia orgánica, como partículas de humus.
- **Acidez o alcalinidad:** la caña de azúcar tolera valores de pH entre los 5.5 a 8.(Guía técnica cultivo caña de azúcar/Oscar J. Duarte. Jorge D. Gonzales 2019)

#### **1.1.4.4. El agua y la caña de azúcar**

Si bien se cultiva caña de azúcar en secano en zonas con precipitaciones que van desde 700 a 2000 mm anuales, las mejores producciones se obtienen en ambientes más bien secos en los que se compensan adecuadamente sus necesidades hídricas mediante el riego. La caña de azúcar tiene un elevado requerimiento de agua, que varía entre los 1200-1700mm/año. Es decir que a lo largo de un ciclo, circulan a través del cañaveral, desde el suelo a la atmosfera, de 12 a 17 millones de litros de agua por hectárea. (guía\_tecnica\_del\_cañero, abril 2015)

#### **1.1.4.5. Luz solar**

La caña de azúcar es una planta que se favorece con la presencia del sol. El macollamiento es influenciado por la intensidad y la duración de la radiación solar. Una alta intensidad y larga duración de la irradiación estimulan el macollamiento, mientras que condiciones de clima nublado y días cortos lo afectan negativamente. El crecimiento del tallo aumenta cuando la luz diurna se extiende entre 10 a 14 horas. En el follaje del cultivo de la caña las primeras 6 hojas superiores interceptan el 70% de la radiación y la tasa fotosintética de las hojas inferiores disminuye debido al sombreado mutuo. (guía técnica caña de azúcar/óscar J. Duarte, Jorge D. Gonzales. 2019)

### **1.1.5. LABORES CULTURALES**

DGIEA (1991), se menciona que 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. Por lo que DGIEA señala a continuación las siguientes labores para la preparación y adecuación de tierras.

#### **a) 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.

#### **b) Limpieza o despejado.**

Consiste en eliminar los desechos de los cultivos diferentes a la caña o en la destrucción de las cepas viejas, en caso de renovación.

#### **c) 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 y motoniveladora.

**d) Subsulado.**

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.

**e) Arado.**

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 cms. en suelos profundos, se debe efectuar en época seca, con arados de disco o vertedera o también con rastras pesadas.

**f) Rastra.**

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. Debe impedirse el afinamiento excesivo del suelo, especialmente en zonas muy ventosas.

**g) Surcado.**

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 zanjadores o cuerpos. Los surcadores trabajan a una profundidad aproximada de 25-30 cms. y la tierra que desplaza hacia los lados forma un camellón que van entre los surcos.

## **1.2.MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*saccharum officinarum*)**

EBC (2004), indica que es importante mencionar que, a través del tiempo, con el desarrollo de la ciencia y tecnología, las maquinas e implementos han sido modificadas y/o perfeccionadas según las características del cultivo; en este sentido, actualmente, existen

grandes máquinas modernas que contribuyen a mejorar la productividad, especialmente en el cultivo de la caña de azúcar.

Se conoce como máquinas agrícolas de laboreo, a una gran cantidad de motorizados y aperos encargados de realizar una serie de operaciones y tratamientos al terreno, encaminados a conseguir unas condiciones ideales para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas.

### **1.2.1. EL TRACTOR AGRÍCOLA.**

Los primeros tractores agrícolas fueron vehículos de madera a vapor que se movían con ruedas metálicas con tacos o puntas; actualmente, el tractor es un vehículo de trabajo con motor propio para arrastrar maquinaria especial o cargas pesadas sobre el terreno (EBC, 2004).

A diferencia de la mayoría de los vehículos, como buses y camiones que llevan todo el peso sobre sí, los tractores utilizan las ruedas motrices para ejercer tracción sobre instrumentos o implementos que cumplen una función específica en el campo (Ospina 2002).

En la agricultura, al contrario en la industria, la máquina utilizada para la realización de un trabajo (tractor) se desplaza sobre el objeto de trabajo (suelo), en la generalidad de los casos.

Según Ospina (2002), un tractor empleado en trabajos agrícolas puede realizar las siguientes labores:

- Arrastre.
- Trabajos estacionarios.
- Labores móviles.

#### **a) Dimensiones del tractor.**

Ospina (2002), indica que un tractor agrícola tiene varias dimensiones de sumo interés en las labores para las cuales está diseñado. Como ejemplo citamos las siguientes:

- Distancia entre ejes.
- Longitud máxima.

- Altura desde el suelo hasta el capo.
- Trocha o ancho entre ejes.
- Diámetro de ruedas.
- Luz libre entre el suelo y el chasis.

El mismo autor indica también que estas dimensiones son características particulares de los diferentes modelos y marcas, pero varían según la aplicación y potencia del tractor.

#### **b) Peso del tractor.**

El tractor de uso general debe ser lo suficientemente pesado para dar tracción eficiente al realizar un trabajo y, sin embargo, no debe ser más pesado de lo necesario, porque la mayor parte de su labor se desarrolla en suelo blando (Aliaga, 2001).

Se destacan tres clases de pesos: peso total, peso con lastre y peso sin lastre. El peso con lastre, consiste en el sobrepeso líquido o sólido que se añade al tractor para mejorar su capacidad de tracción; el peso del eje delantero, y el peso del eje trasero (Ospina 2002).

#### **c) Lastre.**

Según Massey Ferguson (2003), el lastre consiste en aumentar el peso del tractor para permitir operaciones que exigen mayor fuerza de tracción, donde el patinaje se hace excesivo y tiene como consecuencia:

- Pérdida de fuerza de tracción.
- Aumento de consumo de combustible.
- Menor rendimiento operacional (necesita más tiempo para determinar el área trabajada).

El mismo autor señala que el lastre tampoco puede ser excesivo, pues causa la compactación del suelo, mayor resistencia al desplazamiento del tractor y, en consecuencia, mayor consumo de combustible. Existen dos tipos de lastres que son:

- Lastre con agua.
- Lastre con peso metálico (contra peso).

#### d) Potencia del tractor.

Everest Vértice (2001), afirma que la potencia es la fuerza motora de una máquina. En este sentido indica que el motor debe tener la suficiente potencia para los trabajos de barra de tiro y además debe ser eficaz con cargas ligeras.

Duran (2004), define a la potencia: como la capacidad que posee el motor para realizar trabajo en la unidad de tiempo. Considerando la capacidad de la maquina a la hora de la preparación del terreno, se clasifican los diferentes implementos a ser usados, de acuerdo a la potencia del tractor.

Sin embargo, Galindo (2003), nos explica que potencia es el trabajo requerido para accionar un implemento en un segundo de tiempo expresado en watios (w).  $w = T/t$ , donde t es el tiempo que dura el trabajo expresado en segundos.

#### e) Tracción.

Es la acción de tirar una cosa para moverla o arrastrarla; en especial la de arrastre de carruajes sobre una vía. En el caso de los tractores, esta es su función principal, de la cual deriva su nombre (Tractor), en labores primarias. La tracción depende del lastre con que cuenta la máquina y de lo que pueda brindar el implemento utilizado, puesto que de esto dependerá la buena tracción sobre el terreno (Everest Vértice, 2001).

Ospina (2002), nos indica que la tracción es la fuerza que debe aplicarse al suelo para desplazar una carga; en este caso, la carga se refiere al peso de la maquina o fuente de potencia más sus implementos

Fogliata (1995), señala que la tracción de un tractor está dada por:

$$\text{Tracción en Kg} = \frac{\text{Potencia de barra de tiro en HP}}{\text{Velocidad avance en Km/h}} \times 270$$

También nos dice, que en este caso es muy importante conocer la adherencia, pues la tracción depende de la sumatoria de esta más la potencia en la barra de fino. Si la adherencia no es

mayor a la tracción, el tractor puede patinar. La adherencia se expresa como un coeficiente que relaciona el peso del tractor con las ruedas del tractor.

#### **f) Elevador y sistemas hidráulicos.**

Hasta el siglo XIX, en la actividad agrícola se empleaba tracción animal, siendo guiada y elevada manualmente, posteriormente, al utilizar ruedas para el transporte de las máquinas, se emplearon palancas para hacer ascender y descender los aperos. Hacia el año 1910 se usó el primer elevador mecánico para arados arrastrados por el tractor (Vickers 1985).

El sistema hidráulico es el encargado de producir, mediante los cilindros, los pistones y los agentes hidráulicos, la fuerza necesaria para la dirección y el levantamiento de los objetos que deban ser transportados. Consta de la bomba, que es el corazón del sistema, las válvulas controladoras, el fluido transmisor de potencia, los filtros y por último los actuadores, elementos que ejecutan la acción requerida (Ospina 2002).

El alzamiento hidráulico consta de tres barras situadas en la parte posterior del tractor, con un punto de enganche en cada una de ellas. Estas barras permiten elevar o bajar cualquier apero enganchado de los llamados “enganche a los tres puntos” de cualquier tractor. El enganche a los tres puntos se compone de dos brazos de tiro rígido, unidos al tractor mediante sendas rotulas por uno de sus extremos, en el otro extremo llevan también dos rotulas para su fijación al apero (Fernández, 2002).

#### **g) Toma de fuerza.**

Es un eje que transmite la potencia del motor a todos los elementos que se le han acoplado y se utilizan en las labores que necesitan la transmisión de fuerza, ya sea estática o dinámica (Ospina et al., 2002)

Sin embargo, Aliaga (2001), asegura que es una tercera forma de tomar energía del motor del tractor para accionar otras máquinas. La toma de fuerza consiste principalmente en que un eje que se extiende detrás del tractor para funcionar por medio de la transmisión regular. Su operación se controla con una palanca de cambios colocada, por lo general, convenientemente cerca del operador del tractor.

### **1.2.1.1. COMO CÁLCULO LA POTENCIA DEL TRACTOR**

La potencia puede medirse en unidades que denominamos Watios(W); un watio en la cantidad de trabajo equivalente a un newton – metro (Nm) o un Julio (J) por segundo (S). Nuestros tractores se clasifican a menudo por su poder, por su energía, o sea que un tractor de potencia media es capaz de producir de 25 a 35 KW. Es la potencia dada a un tractor es la potencia al freno y se mide cuando el tractor esta parado, funcionando, directamente desde el motor con una maquina designada para medir la potencia (dinamómetro de absorción). El Watio, como unidad de potencia, substituye a la vieja unidad de caballo de vapor, caballo de fuerza. Un caballo de fuerza es equivalente a 746 W, y para convertir caballos a Watios el caballo de fuerza debe multiplicarse por 746. En la práctica es más común multiplicar por 0,746 para convertir los caballos de fuerza en Kilovatios, evitándonos números muy altos; por ejemplo, en un tractor con potencia de freno de 60 caballos equivaldría a 44,8 KW.(A.G. HARRIS, T.B. MUCKLE, J.A. SHAW.)

### **1.2.1.2. QUE ES UN HP EN TRACTORES AGRÍCOLA:**

HP son las siglas en ingles de horsepower que significa “caballos de fuerza”. Es la métrica utilizada para indicar la potencia producida por el motor de un tractor, cuanto mayor sea el número, más potencia se envía a las ruedas y, en teoría más rápido ira,  $1HP=0,746 KV$ . (Manual del cañero 2016) Tucumán.

#### **1.2.1.2.1. Que mide el HP:**

Se denota con hp, HP, Hp, del término inglés Horsepower, expresión que fue acuñada por James Watt en 1782 para comparar la potencia de las máquinas de vapor con la potencia de los caballos de tiro. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Caballo\\_de\\_fuerza](https://es.wikipedia.org/wiki/Caballo_de_fuerza)).

#### **1.2.1.2.2. Origen e historia del HP:**

El caballo de fuerza es una unidad que fue propuesta a finales del siglo XVIII por el ingeniero escoses James Watt, quien mejoro, diseño y construyo máquinas de vapor, además de promover el uso de estas en variadas aplicaciones. Watt propuso esta unidad para expresar la potencia que podría desarrollar la novedosa máquina de vapor (en su época), con respecto a

la potencia que desarrollaban los caballos. Estos animales eran las “maquinas” de trabajo que se usaban. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Caballo\\_de\\_fuerza](https://es.wikipedia.org/wiki/Caballo_de_fuerza))

### **1.2.1.3. PREPARACIÓN DEL SUELO.**

La labranza del suelo se ha definido como el arte de cultivar la tierra para el buen desarrollo de las plantas. Por lo tanto, comprende cada una de las operaciones prácticas y necesarias, con el objetivo de crear las condiciones para la buena germinación de la semilla y el óptimo desarrollo de las raíces (Garrido).

Fogliata (1995) menciona que la preparación del suelo con sus correspondientes arada y rastreada tienen por objeto eliminar malezas, enterrar los residuos de cosecha y aflojar el suelo para la plantación, favorecer la absorción de agua y aire, y permitir una normal expansión radicular del cultivo y tiene como finalidad la creación de condiciones, en busca del desarrollo de cultivos económicos y el trabajo eficaz de las maquinas encargadas de realizar las operaciones agro técnicas implícitas en el cultivo, antes y después de su establecimiento.

Aliaga (2001), hace una clasificación de las labranzas de suelo, según la profundidad con que se ejecutan las mismas:

- a) labores superficiales de 8 a 10 cm.
- b) Labores Ordinarias de 15 a 18 cm.
- c) Labores Profundas de 20 a 35 cm.
- d) Labores de Desfonde de 30 a 45 cm.

### **1.2.1.4. IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS PARA PREPARACIÓN DE TERRENO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.**

Lorente 2007, da una clasificación de los implementos agrícolas según el acoplamiento al tractor.

- Arrastrados
- Suspendidos
- Semisuspendidos

#### **1.2.1.4.1. Subsolador en el cultivo de la caña de azúcar.**

Laguna (1999), nos dice que los subsoladores son de gran importancia en toda clase de cultivos que se vayan a implantar, ya que las raíces de las plantas al llegar al pie de arado encuentran dificultades para penetrar hacia capas más profundas, y así poder seguir cumpliendo sus funciones.

La misión del subsolador: la de remover las capas profundas del terreno, sin voltearlas ni mezclarlas, y muy especialmente romper lo que se denomina “pie de arado”, que es la capa del terreno situada inmediatamente debajo de la capa arable.

Fogliata 1995, La operación del subsolado requiere tanta frecuencia como el perfil del suelo demuestre la necesidad de hacerlo o según revelan las determinaciones de la densidad aparente. Como una estimación general, surge la necesidad de subsolar cada 3 a 4 años y esto coincide aproximadamente con los ciclos de renovación del cañaveral. La operación del subsolado deberá ser hecha en suelo seco. Si el subsuelo está muy húmedo, la operación fracasara.

Se recomienda como norma practica subsolar en ángulos de 45 a 90 grados.

Lorente 1997, menciona que los subsoladores son arados sin volteo, o lo que es lo mismo aquellos aperos que sin voltear ni invertir las capas de la tierra se utilizan para la preparación del suelo, cumple misiones especiales como romper la suela de labor ocasionado por otros aperos más superficiales.

#### **1.2.1.4.2. Cuáles son las ventajas y desventajas del subsolado en el cultivo de la caña de azúcar:**

##### **a) Ventajas del subsolado**

- Elimina la compactación,
- Mejor drenaje del suelo
- Estructura de raíces más profunda.
- Mayor absorción de fertilizantes y nutrientes.
- Mayor porosidad del suelo.
- Aumento del crecimiento de los pastos.

**b) Desventajas del subsolado:**

- erosión de los terrenos agrícolas.
- La desecación.
- No tiene efecto a largo plazo.
- Mano de obra cara.(espaciofamiliar.net/ide.)

**1.2.1.5. Arado de vertedera.**

La operación de arar ayuda a crear condiciones favorables de estructura del suelo, como primer requisito para obtener un buen laboreo en el surcado.

Según Garrido, el objetivo de usar el arado de vertedera es cortar e invertir el suelo en prismas de determinado ancho, acorde con las profundidades.

**a). Ventajas del uso de arado de vertedera:**

- ayuda a controlar las malas hierbas, cuando el arado remueve la tierra, entierra las semillas de las malas hierbas en lo más profundo del suelo, donde no pueden germinar.
- Ayuda a controlar las plagas, cuando el arado remueve la tierra, también entierra los huevos y las larvas de muchos insectos, lo cual ayuda a reducir la población de plagas en el campo.
- Ayuda al agricultor a preparar la tierra para la siembra, el arado remueve la capa superior del suelo, lo que ayuda a aflojarla y a facilitar la germinación de las semillas.
- Es muy eficaz para romper el suelo, por su cuchilla en forma de cuña.
- Es muy fácil de usar el implemento, no es necesario ser un agricultor o operador experimentado para poder utilizar este tipo de arado.

**b). Desventajas del arado de vertedera:**

- Su uso continuo puede compactar el suelo.
- Altera la estructura natural del suelo, donde al cortar los agregados del suelo, que son los pequeños grupos de tierra que mantienen unidas las partículas más grandes.

- El arado llega a destruir los microorganismos del suelo. Estos son importantes para descomponer la materia orgánica, airear el suelo y proporcionar nutrientes a la planta.
- Si el arado es utilizado en pendientes pronunciadas puede provocar la erosión del suelo, al aflojar el suelo y hacer que se desprenda.

#### **1.2.1.6. Arado de cincel.**

El cincel es un apero que puede desempeñar en algunos casos labores similares a las que realiza el subsolador o el cultivador, también se puede realizar con este apero el labrado de rastrojos, siendo una de las características más importantes del cincel que en determinados casos puede sustituir a la vertedera, debido a la inclinación que en algunos casos tienen sus brazos (Laguna 1999).

##### **1.2.1.6.1. Componentes y la misión del cincel:**

Según Laguna (1999) el cincel está compuesto por los siguientes componentes:

**1.-Enganche;** generalmente a los tres puntos del tractor, por lo que el apero es suspendido, consiguiendo con ello una gran maniobrabilidad.

**2.-Bastidor;** Es el elemento de unión entre el enganche y los brazos. Tiene una determinada forma que permite la distribución apropiada de los brazos.

**3.- Brazo;** Se sujeta al bastidor mediante abrazaderas, sistema que permite modificar su posición o variar el número de brazos. En muchos casos el brazo dispone de un dispositivo de seguridad contra sobre esfuerzos para evitar roturas.

Duran (2004), menciona que una de las principales ventajas del arado tipo cincel es que, para evitar la rotura de los arcos en lugares donde se puedan encontrarse piedras o troncos enterrados, cada arco puede tener lo que se llama zafe, el cual es un sistema que permite que la púa, al encontrarse con obstáculo enterrado, se levante y de ese modo evite la rotura. Otra ventaja es que mejora la estructura del suelo y minimiza la erosión.

#### **1.2.1.7. Arados de disco.**

Debido a las preocupaciones que existían, tanto en los agricultores como en los fabricantes de arados, en disminuir el rozamiento entre el suelo y las partes metálicas del arado que son

el origen de una fracción importante del gasto de energía, se llegó al convencimiento de que la solución más eficaz estaba representada por el arado de discos (Ortiz 1995). con la palabra “arado” se entiende aquel proceso que permite apartar terrones horizontales de la superficie del terreno, luego estos terrones se revuelven y muelen para devolver el terreno a su estado inicial y favorecer el paso de las sustancias orgánicas, garantizando nutrición y espacio al cultivo de la caña.

Su filo es una reja de filo cortante y arqueado, y su superficie interior es una vertedera de superficie esférica (Garrido).

#### **1.2.1.7.1. Ventajas y desventajas de los arados de disco:**

Ortiz (1995), indica que entre las ventajas de los arados de disco, se puede señalar;

- Pueden utilizarse en terrenos pedregosos con menor peligro de rotura.
- Debido al giro de los discos, cuando trabajan, disminuye el rozamiento y, en consecuencia el desgaste rápido.
- La conservación es más rápida y sencilla, ya que no se requiere desmontar, forjar y volver a montar las rejas, ni sustituir otras piezas, esto hace que los mantenimientos de los discos resulte más económicos que el de los de vertedera.
- Los discos realizan un mullido más perfecto pues rompen mucho mejor la estructura del suelo y en consecuencia crean una capa de suelo más homogénea en cuanto al contenido y distribución de los poros.
- Realizan un mejor enterrado de cantidades importantes de materia orgánica. Esto no quiere decir que la calidad cantidad de enterrado sea buena, si no que el mesclado se realiza mejor que en los de vertedera.

El mismo autor señala que para las desventajas o inconvenientes en el uso del arado de disco, serian:

- Realiza un volteo incompleto del suelo, por lo que el aspecto de la labor es menos vistoso, sobre todo cuando la operación va acompañada de enterrado de rastrojos y malas hierbas.

- La penetración del arado de disco con frecuencia es insuficiente, lo que obliga a que los constructores diseñen modelos más pesados: ello trae consigo un mayor precio de adquisición.

#### **1.2.1.8. Surcador para el cultivo de caña de azúcar.**

La caña de azúcar y otras especies requieren ser plantadas a determinada profundidad, para lo cual se realiza un surco con un implemento llamado surcador. Este puede presentar distintas características en lo que respecta a sus dimensiones, pero la función que realiza es la misma al penetrar en el terreno y formar zanjas o surcos para la plantación de la caña de azúcar (Garrido 1984).

Fogliata (1984), señala que el surcador de dos surcos es el más tradicional en la agricultura cañera de Tucumán, por las ventajas que presenta en el trabajo.

#### **1.2.1.9. Rastras.**

Están constituidas por un conjunto de discos abombados, de borde liso o acanalado, montados en dos o cuatro ejes horizontales que giran libremente por unos rodamientos, los cuales quedan inclinados con respecto a la dirección de avance que tienen por objetivo pulverizar la superficie del suelo (Ortiz 1995).

Laguna (1999), señala que las aplicaciones de este tipo de equipo son diversas. Pueden darse desde la preparación del terreno para la siembra hasta labores de alzado, pasando por la trituration de la cosecha anterior.

Por su peso:

- Ligera hasta 545,4 Kg.
- Medianas, mayor de 545,4 Kg. Y hasta 2045,4 Kg.
- Pesadas, mayor de 2045,4 Kg. Y hasta 2545,4 Kg.
- Superpesadas, mayor de 2545,4 Kg. Y hasta 10.000 Kg.

#### **a) Ventajas en el uso de la rastra agrícola:**

- Su uso es variado.
- Hace la incorporación bien uniforme de la materia orgánica como ser; restos de cosecha, abono verde, malas hierbas, etc.
- Reduce la erosión del viento y el agua.
- Buena adaptación a suelos ondulados.
- Mayor rendimiento superficial.

**b) Desventajas del uso de la rastra agrícola:**

- alto precio económico.
- En suelos duros no penetra bien, cuando no tiene suficiente peso sobre los discos.

**1.2.2. NORMAS DE SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN DEL TRACTOR**

El tractor es una fuente de fuerza mecánica e hidráulica que normalmente es utilizada en combinación con un implemento o equipamiento, por eso al conducir un tractor agrícola el operador debe estar exento de riesgos y peligros, y debe tener una seguridad para la realización de las distintas labores. Para esto se tienen que poner en práctica las normas de seguridad para evitar cualquier inconveniente con su seguridad (Ospina 1995).

Aliaga (2001), nos dice que todos los años se accidentan o mueren agricultores sin necesidad de que esto ocurra, la culpa puede radicar en el descuido. Muchos de los accidentes que tienen lugar en las granjas pueden ser evitados, tomando las precauciones necesarias al trabajar con las maquinas o cerca de ella. Y nos da algunas recomendaciones para tomar en cuenta:

- Una sola persona, el operador, debe estar en el tractor cuando este se encuentre en operación.
- Llenar el tractor de combustible solo cuando el tractor este desconectado. No fumar ni usar linternas de aceite cuando se está poniendo combustible al tractor.
- Asegurase de que los escudos de la toma de fuerza estén en su lugar y en buenas condiciones, antes de empezar el trabajo de campo.
- No aceitar, engrasar o ajustar ninguna maquinaria que esté funcionando.
- Nunca hacer funcionar el motor dentro de un lugar cerrado o cobertizo para maquinaria.

- Manejar despacio cuando se trabaja con implementos integrales pesados.
- Nunca conducir el tractor demasiado cerca de los bordes de una zanja o arroyo.
- Mantener siempre el tractor en velocidad o engranado, al bajar por terrenos inclinados.
- Llenar el radiador solo cuando el motor este parado o funcionando lentamente. Para evitar quemaduras al quitar la tapa del radiador, primero se debe girar la tapa ligeramente hasta llegar al tope, para que el escape salga por el tubo de exceso. Después de que toda la presión ha sido aliviada, se debe quitar la tapa.

#### **1.2.2.1. Equipamientos especiales de protección personal.**

- Casco.
- Anteojos de protección o máscara de protección facial.
- Protectores auriculares.
- Ropa reflectiva.
- Guantes de material adecuado (neopreno) para manipulación de productos químicos.
- Ropa impermeable para protección contra agua o lodo.
- Zapatos o botas especiales. Según manual del operador MASSEY FERGUSON (2009)

#### **1.2.3. Conservación del tractor en periodos inactivos.**

Según MASEEY FERGUSON (2009), la actividad de un tractor agrícola, en muchos casos, es muy estacional, habiendo épocas en que trabaja más de 20 horas por día y, en otras, permanece parado durante varias semanas, en este periodo la conservación del tractor requiere algunos cuidados tan importantes como aquellos tomados durante el periodo activo.

Las condiciones ideales para la inactividad de un tractor, según Onorato (2004) son:

- **Limpieza del tractor;** realice un lavado riguroso en todo el tractor. Esto ya lo deja libre de una gran cantidad de residuos causantes de oxidación de las partes metálicas, o de la degradación de elementos no metálicos como pintura, plásticos, instalación eléctrica.

- **Almacenaje del tractor;** es muy importante que el tractor quede abrigado de la interperie, en un lugar seco y aireado. De lo contrario no existe la conservación.
- **Alivio de carga sobre neumáticos;** si la inactividad es mayor de 30 días conviene apoyar el peso del tractor sobre calces reforzados y seguros.
- **Cierre la salida del escape;** del filtro de aire y tubo ventilador del motor, es importante impedir la penetración de insectos a través de estos puntos.
- **Accionamiento del embrague;** en el caso de los embragues con disco de material orgánico, es conveniente aplicar el pedal del embrague hasta el final del 1er tramo. Esto evita que el disco de la transmisión se peque en el platino.

### **1.3. QUE ES UNA CALICATA Y PARA QUÉ SIRVEN.**

Es un pozo que se hace en el suelo para ver de que está compuesto a través de una inspección visual. Este es el único método que permite ver y examinar un perfil en estado natural. Los tamaños varían dependiendo del lugar que se analice, pero generalmente es un metro de ancho, por un metro de largo, por un metro de profundidad, claro mientras más grande y más profundo, mejor panorama nos dará sobre el suelo que estamos estudiando. (<https://www.vinetur.com/2020071461056/que-son-las-calicatas-y-para-que-sirven.html>)

Y para que nos sirva esta información, pues cada aspecto que podamos observar nos ayudara a un mejor manejo del suelo y de lo que hagamos en el:

- Contenido de humedad.
- Para realizar análisis químicos del suelo (N,P,K)
- Profundidad efectiva.
- Composición por capas y estructuras de las mismas.
- Definición del perfil del suelo.
- Actividad radicular de las plantas.

#### **1.3.1. La compactación de los suelos en cultivo de caña de azúcar.**

Felipe (1985) señala que la compactación de los suelos es una de las principales consecuencias producidas, debido a una intensa explotación en forma ininterrumpida del

cultivo de la caña de azúcar que ha dado como resultado una modificación de los porcentajes de aire, suelo y agua provocando un desequilibrio de estos tres componentes de los suelos.

Según Fogliata (1995) entre los principales factores que provocan el gran problema de la compactación de los suelos y un limitado crecimiento de la caña de azúcar, que refleja en una disminución de los rendimientos culturales se puede mencionar los siguientes:

- Malas prácticas que se realizan en los suelos
- El excesivo laboreo de la capa arable.
- La continúa utilización de maquinaria agrícola.
- La excesiva quema de malhoja que da lugar a la eliminación de la materia orgánica y una mayor mineralización de los suelos.

Los efectos inmediatos que se pueden observar en suelos sometidos a los factores precedentemente anotados, se pueden indicar:

- Una limitada profundidad de desarrollo radicular.
- Una rápida saturación y escurrimiento del agua de lluvia.
- Poco desarrollo de las cepas de la caña, debido a una limitada proporción de oxígeno en el suelo que permita una mayor aireación o respiración de las raíces.

### **1.3.2. Propiedades del suelo.**

Entre las propiedades de los suelos se encuentran: El color, distribución del tamaño de las partículas, consistencia, textura, estructura, porosidad, atmósfera, humedad, densidad, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio iónico, sales solubles y óxidos amorfos-sílice alúmina y óxidos de fierro libres (Aldrich, 1989). También, las propiedades físicas de los suelos dependen de la composición mineralógica, de la forma y del tamaño de las partículas que lo forman y del ambiente que los rodea. El tamaño, la forma y la composición química de las partículas determinan la permeabilidad, la capilaridad, la tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo. Buckman y Brady, (1.985). Por otra parte las propiedades físicas permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos de cosecha.

Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras, a la productividad de los suelos (Aldrich, 1989).

### 1.3.2.1. Textura

El término textura se refiere a la finura mayor o menor del suelo. De manera más específica, textura es la proporción relativa de arena limo y arcilla. Foth, (1997). Estos grupos de diferentes tamaños se identifican en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Características de los separados del suelo

Descripción/ tamaño	Nombre común	Identificación
Muy grueso	Piedras y grava	A simple vista
Grueso	Arena	A simple vista
Fino	Limo	Con microscopio
Muy fino	Arcilla	Con microscopio

Fuente: Porta, López-Acevedo, Roquero, (1.990).

De acuerdo con lo anterior, los suelos pueden clasificarse en: arenosos, limosos y arcillosos. Graetz, (1987). La información relativa a la textura del suelo también puede utilizarse para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras, determinar la capacidad de uso, etc. (Narro, 1994).

### 1.3.2.2. Estructura

La consistencia del suelo, basada en su condición de partículas separadas o desde el punto de vista de la formación de granos, migajones, agrupamientos e inclusive masas compactas, se conoce como estructura del suelo (Buckman y Brady, 1.985). Al considerar el arreglo o disposición de las partículas se aplica la palabra estructura (Foth, 1997).

Las estructuras favorables y desfavorables del suelo pueden describirse como sigue:

- ❖ Grano solo: Las partículas están separadas entre sí, como en el caso de la grava y la arena. Su estructura es desfavorable, porque contiene casi solamente poros chicos entre las partículas.
- ❖ Apelmazamiento: Son grandes masas uniformes y selladas, como en el caso de suelos arcillosos y subsuelos compactos. Su estructura es desfavorable.

- ❖ **Migajón:** Son agregados generalmente porosos de formas irregulares. Este es el mejor tipo de estructura del suelo, porque contienen poros chicos y poros grandes en proporciones adecuadas (Buckman y Brady, 1985).

Para los agricultores, la estructura del suelo es con frecuencia más importante que su textura. La estructura determina la proporción con que el agua y el aire pueden atravesar las diferentes capas del suelo, y el grado en que el agua y el aire pueden ser retenidos en los poros. La penetración de las raíces, su anclaje y el drenaje dependen también de la estructura del suelo. La estructura puede cambiarse para mejorar las condiciones del suelo y obtener un crecimiento óptimo de la planta (Silva, 1987).

### 1.3.2.3. Color

Según Graetz, (1987), reporta que el color es una propiedad que intrínsecamente no tiene apenas significación sobre el comportamiento del suelo. Su interés radica en que permite inferir otras propiedades, la naturaleza posible de los componentes, y la respuesta esperable de las plantas. El color del suelo es el resultado de las cantidades de materia orgánica y de algunos minerales específicos. Para Narro, (1994), el color es una propiedad fácil de apreciar y van de negros a pardos, pasando por ocre o ferrugíneos, determinando la mayor cantidad de materia orgánica (negros) o la presencia de hierro o manganeso (ocres). Normalmente un suelo tiende a ser oscuro en superficie y más claro en profundidad. A veces por debajo del horizonte superficial puede aparecer otro más oscuro; ello puede deberse a que el suelo original fue tapado por un nuevo material de color más claro, ej: voladuras o aradas profundas; si abúndale carbonato de calcio o el cloruro de sodio, el color tiende a aclararse.

El color no siempre es un indicador de la fertilidad, pero existe una relación entre el color del subsuelo y el drenaje.

<b>Color del subsuelo</b>	<b>Drenaje</b>
Rojo	Excelente
Rojo café o café	Bueno
Amarillo brillante	Medio
Amarillo pálido	Moderado
Gris	Malo

El contenido de materia orgánica, la condición del drenaje y la aeración son propiedades del suelo que están relacionadas con el color (Foth, 1997).

#### **1.3.2.4. Consistencia**

La consistencia no es una propiedad morfológica, sino mecánica y, como tal, se debe a las fuerzas de cohesión, adherencia, resistencia a la deformación y a la ruptura. Se describe al tener relevancia práctica para el crecimiento de las plantas y manejo del suelo, tanto en agricultura como en ingeniería civil. Así por ejemplo en un horizonte Ap., las raíces se concentran allí donde la resistencia mecánica a la penetración sea menor. La consistencia del suelo es considerada como una combinación entre las propiedades del suelo, que dependen de la atracción entre sus partículas y la humedad del terreno. Los términos comúnmente usados para describir la consistencia de un suelo son: suelto, friable, firme, blando, áspero, plástico y tenaz (Buckamn y Brady 1977).

El enfoque adoptado es el que fue propuesto por el Soil Survey Manual en 1951, que, si bien no resulta totalmente satisfactorio desde un punto de vista de mecánica de suelos, sigue siendo el más utilizado en prospecciones edafológicas. Se ha respetado el esquema general, modificándolo en el detalle. Las pruebas para evaluar la consistencia según el contenido de humedad son las siguientes:

#### **Cuadro 2. Pruebas para evaluar la consistencia según el contenido de humedad.**

<b>Estado de humedad de la muestra</b>	<b>Prueba adecuada</b>
Cualquiera	Compacidad
Muy húmeda (mojada)	Plasticidad- adhesividad
Húmeda y ligeramente húmeda	Friabilidad
Seca	Fragilidad ó dureza

Fuente: Porta, López-Acevedo, Roquero, (1.990)

En la práctica no se suele describir la consistencia en los diferentes estados de humedad, limitándose al que presenta la muestra en las condiciones de campo. La compacidad hace referencia a que las partículas están próximas y fuertemente unidas unas

con otras. Con esta descripción se pretende dar una información de síntesis de la cohesión del material:

**Cuadro 3. Prueba del cuchillo, para determinar la compactación.**

<b>Criterios adoptados</b>	<b>Descripción</b>
Material no coherente; el cuchillo penetra sin esfuerzo hasta el mango.	No coherente.
Se requiere un ligero esfuerzo para introducir el cuchillo.	Poco compacto.
El cuchillo sólo penetra de una forma parcial incluso si se realiza un esfuerzo grande.	Compacto.
No se puede hundir el cuchillo más que unos pocos mm.	Muy compacto.

Fuente: Porta, López-Acevedo, Roquero, (1999)

#### **1.3.2.5. Materia orgánica**

Según el criterio de Graetz, (1987), la materia orgánica está formada de materiales frescos, plantas parcial y completamente descompuestas y humus. El humus es el producto final de la descomposición. La materia orgánica está constituida de microorganismos y animales pequeños, vivos o muertos; de materiales frescos de plantas; y de materiales en descomposición, humus. Un suelo rico en materia orgánica con buena estructura permite que las raíces de los cultivos penetren mejor. Para Buckman y Brady (1977), la materia orgánica influye en las propiedades físicas y químicas de los suelos desproporcionadamente para las pequeñas cantidades presentes, La fuente originaria de la materia orgánica es el tejido vegetal, bajo condiciones naturales las partes aéreas y raíces de los árboles, arbustos hierbas proveen anualmente cantidades de residuos orgánicos.

#### **1.3.2.6. Perfil**

La superficie de la tierra es el límite superior del suelo. Sus límites inferiores se definen por la profundidad a la que la desintegración del material madre haya sido efectiva, y por la profundidad de penetración de las raíces. Generalmente el límite inferior no está claramente señalado. La sección o corte vertical se llama perfil del suelo. El perfil del suelo está dividido en capas horizontales con diferentes características.

**Horizonte A.** Es la capa más superficial. Se caracteriza por su gran actividad química y biológica con acumulación de materias orgánicas. Graetz, 1987).

También llamado por Aldrich, (1989), horizonte de lavado por estar expuesto a la erosión y lavado de la lluvia. Es la capa más superficial del suelo, abundan las raíces y se pueden encontrar los microorganismos animales y vegetales, es de color oscuro debido a la presencia del humus.

Horizonte **B**. Muestra grandes concentraciones de partículas finas tales como la arcilla y el limo. Recibe el nombre también de horizonte de precipitación, ya que aquí se acumulan las arcillas que han sido arrastradas por el agua, es de color más claro que el anterior y está constituido por humus mezclado con fragmentos de rocas (Aldrich, 1989).

Horizonte **C**. Está formado por los materiales madres debajo del horizonte B. Se le conoce también como subsuelo o zona de transición, formado por la roca madre fragmentada en proceso de desintegración (Graetz, 1987).

Horizonte **D**. Es la capa más profunda del suelo, está formado por la roca madre fragmentada, por lo que también recibe el nombre de horizonte R (Aldrich, 1989).

Las capas individuales varían en textura y estructura, en el contenido de nutrientes, en la retención del agua y el aire. Esto es muy importante para el crecimiento de las plantas, dado que las raíces al penetrar encuentran diferentes condiciones (Graetz 1987).

### **1.3.3. Exploración del suelo por las raíces de la planta**

Las raíces necesitan para poder desarrollarse agua y oxígeno, y además debe existir un espacio poroso adecuado entre las partículas del suelo por el que poder ir creciendo. El principal obstáculo con el que se puede encontrar la raíz en su crecimiento es el impedimento mecánico. Ello puede deberse tanto a la presencia de rocas u horizontes muy pedregosos a poca profundidad, como a la presencia de capas de suelo endurecidas o compactadas, en las cuales la densidad es alta y existen pocos espacios entre las partículas. Debemos tener en cuenta que, aunque las raíces son capaces de penetrar por grietas y poros muy pequeños, las paredes de éstos deben ser capaces de ceder ante la presión ejercida por la raíz. Conforme va aumentando la densidad del suelo el crecimiento de las raíces va requiriendo un mayor gasto

de energía, y su desarrollo se va viendo afectado, pudiendo verse totalmente impedido si la compactación es excesiva (Wagner, Medina, 1998).

Se había mencionado que el oxígeno es esencial para la respiración de las raíces. Si éste faltara, los pelos radiculares mueren y eventualmente las raíces también mueren. Está admitido que la compactación del suelo ocurre cuando hay reducción en el volumen de macroporos que influyen sobre la aireación, la infiltración del agua y el almacenamiento de humedad, además de afectar severamente al crecimiento y funcionamiento de las raíces de la caña de azúcar (Humbert, 1974).

La proporción del desarrollo radicular varía con diferentes densidades del suelo, de igual modo la compactación afecta el alargamiento diario de las raíces. El siguiente cuadro indica que cuando la compactación subió de 1,04 a 1,44 g/cc, la velocidad de alargamiento diario durante el verano disminuyó un 91,5%. Este hecho puede asociarse a la falta de difusión del oxígeno bajo esas condiciones (Fogliata, 1995).

Cuadro 4 Relación entre el ritmo de alargamiento diario de las raíces de caña de azúcar con relación a niveles de densidad aparente.

<b>Densidad del suelo (g/cm)</b>	<b>Alargamiento diario en cm.</b>
1,04	2,00 cm/día
1,12	1,73 cm/día
1,28	1,36 cm/día
1,36	0,75 cm/día
1,44	0,17 cm/día

Fuente: (Fogliata,1995).

### **1.3.3.1. Raíces y compactación**

Para Wagner y Medina, (1998), la habilidad de las raíces de las plantas para penetrar el suelo se ve restringida en suelos cuya resistencia a la penetración es mayor a 2.5 KPa(KILOPASCAL). En general, las plantas que crecen bajo suelos compactados poseen menor cantidad de raíces secundarias y menor materia seca radicular total que las que crecen bajo condiciones controladas (Taylor, 1971). Además Fogliata, (1995), indica que es importante destacar que la mayor concentración radicular está ubicada a no más de 60 cm. de profundidad, en cifras variables del 80-82% y que las raíces fibrosas absortivas están confinadas por lo general en los primeros 30 cm. del suelo, además los trabajos de Evans, (1959), indicaron que alrededor del 70% de los pelos radicales están en esos 30 cm. de suelo y que cerca del 90% están distribuidos a una distancia no mayor de 30 Cm. desde el centro de la cepa.

### **1.3.3.2. Relación tallo-raíz**

De acuerdo a Evans, (1959), se encontró una correlación muy interesante entre peso de la caña y peso de las raíces, lo cual indica que cualquier factor que afecte el desarrollo radicular afectará el desarrollo de los tallos, disminuyendo la producción. De allí nació el concepto de la relación tallo-raíz que se da bien en el caso de los suelos compactados.

### **1.3.4. Profundidad efectiva**

Marca el límite hasta donde pueden penetrar las raíces sin que se presente obstáculo por parte de horizontes de roca o cascajo, niveles freáticos altos o capas compactadas.

Los suelos cultivados con caña de azúcar se clasifican en:

- Superficiales: hasta 50cm de profundidad efectiva.
- Profundos: incluye suelos moderadamente profundos (entre 50 cm y 100 cm) y suelos profundos (100 o más). (alfagraphics 2016 EU, Cali, Colombia)

## CAPITULO II

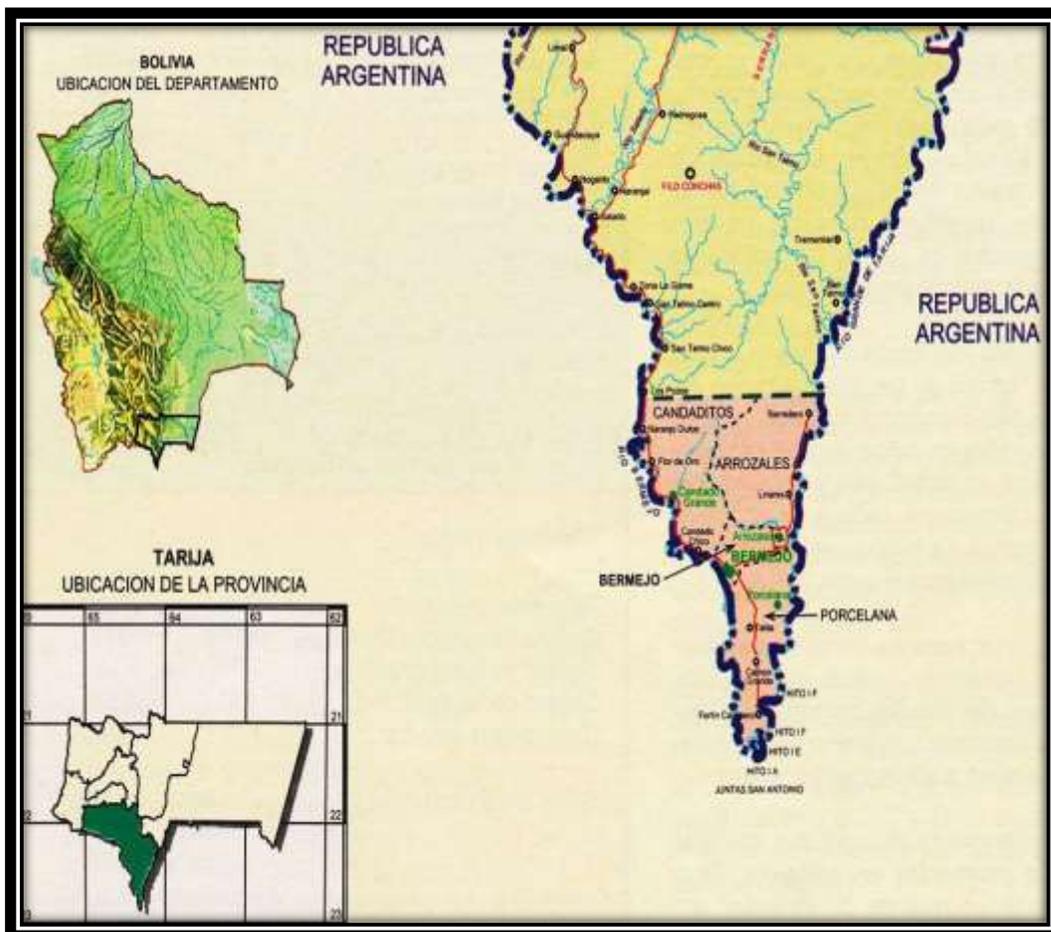
### MATERIALES Y METODOS.

#### 2.1. MATERIALES

##### 2.1.1. LOCALIZACIÓN.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el municipio de Bermejo, segunda sección de la provincia Arce del Departamento de Tarija; ubicada al Sur del Departamento, en las comunidades de Campo Grande, Porcelana y Arrozales, se encuentran más hacia el sur de la ciudad de Bermejo a unos 7 Km.

Coordenadas geográficas  $22^{\circ} 35' 24'' - 22^{\circ} 52' 09''$  de Latitud Sur y  $64^{\circ} 26' 30'' - 64^{\circ} 14' 16''$  de Longitud Oeste a una altura media de 415 msnm.



## 2.1.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMATICAS

### 2.1.2.1. Clima.

Bermejo presenta un clima de transición, subtropical semi-humedo a tropical con precipitaciones promedio de 1.177,60 mm. Año, con temperatura media de 22,50 C. la humedad relativa promedio mensual es de 60% (CNECA 1996).

La época de lluvia empieza en los meses de noviembre y diciembre y concluye en los meses de marzo y abril, mientras que la época seca se produce normalmente entre los meses de junio a septiembre. De los datos de la estación de Bermejo, las precipitaciones ocurridas en un año normal sobrepasan los 1100 mm. Estos datos indican que la región de Bermejo recibe un buen aporte de lluvias (OASI, 1998). La humedad relativa promedio mensual es mayor a 40%, pero se llegan a registrar máximas hasta de 94% (AASANA, 2008).

Aunque en los últimos años tenemos un gran cambio climático a nivel Departamental (Tarija) y por ende en nuestra región de Bermejo, donde existen sequias en periodos largos afectando el desarrollo y crecimiento de las raíces del cultivo de caña de azúcar y cambios climáticos de mucha precipitación en la zona y por ser zonas bajas donde se hizo el estudio se desbordan los ríos y existe gran inundaciones de los cañaverales ocasionando pudrición de las raíces.

**Cuadro N° 5 Resumen climatológico de mayor importancia en el municipio de Bermejo (2008 al 2017).**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
TEM. MEDIA	22,4	22,6	22,1	22,1	22,8		22,6	23,0		
PRECIPITACION(	1217,6	1318,5	928,9	976,8	1182,2		1240,5	801,4		
HUMED. RELATIVA	72,7	73,0	72,2	75,0	76,9		78,5	77,2		
VELOCIDAD DEL VIENTO	2,5	1,7	1,7	2,2	3,1	4,6	4,3	4,6	5	4,3

**Cuadro N° 6 Temperatura Media, Precipitación, Humedad Relativa y Velocidad del Viento registradas por meses ( 2008 al 2017)**

DETALLE	unidad	MES												ANUAL
		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
Tem. Media	C	27,6	26,8	24,8	22,4	19	16,1	15,8	18,4	21	24,7	26	26,9	22,4
Precipitación	m m	159,9	215,5	152,3	97,5	28,1	13,9	6,1	3,9	13	26,2	104,4	185,2	83,8
Humed. Relativa	%	76,6	78,9	80,9	82,7	83,6	81,9	75,8	66,7	62,7	64,7	66,4	73,3	74,5
Velocidad del Viento	Nudos	3,3	3,6	3,2	2,7	2,7	2,6	3,3	4,2	5,1	5,1	4,7	2,9	3,7

### 2.1.2.2. Suelo.

Según los estudios realizados por la comisión nacional de estudio de la caña de azúcar (CNECA), a través de la estación experimental Agroindustrial “Obispo Colombes”(Tucumán), los suelos para la zona de estudio es de textura que varía de franco arenoso a franco arcilloso, y un pH de 6.2 – 7 (Castro, 1996).

Los suelos de la zona estudiada pertenecen a los suelos clase II, se presentan en la planicie aluvial que comprende el Triángulo de Bermejo propiamente dicho, como también en terrazas aluviales que se encuentran sobre el margen del río Grande de Tarija y aparecen también asociados a los suelos de la clase III, como lo manifiesta Galeán, (2001). Presentan una topografía plana o ligeramente ondulada, su textura va de franco a franco arenosa, son moderadamente profundos a profundos, con drenaje bueno a imperfecto, con un subsuelo de textura arenosa. Por su ubicación, estos son suelos susceptibles a la erosión lateral que ocasiona considerables desplazamientos de volúmenes de tierra por efecto de las crecientes o desbordes de los ríos en las temporadas de lluvia.

### 2.1.3. MATERIALES DE CAMPO.

- Boletas censales o encuestas.
- Libreta de campo.
- Tablero de campo.
- Bolígrafos o lápiz.
- Pala.
- Picota.

- Flexometro.
- Cámara fotográfica.
- 

#### **2.1.4. MATERIAL DE ESCRITORIO.**

- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.

## **2.2. METODOLOGÍA**

El procedimiento metodológico que se aplicó para realizar esta investigación fue la utilización de información primaria (aplicación de encuestas). Las encuestas fueron aplicadas a los propietarios de las parcelas con cultivo de caña de azúcar en cada una de las tres comunidades que son Campo grande, Arrozales y porcelana, pertenecientes al municipio de Bermejo, las encuestas se realizaron a los productores que hacen la utilización de un tractor agrícola e implementos en el cultivo de caña de azúcar, los cuales se les encontraba en sus viviendas como también sus terrenos, todo este proceso de investigación se realizó con la disponibilidad de cada uno de los productores cañeros. También en un%, menor se hizo las encuestas a los operarios de la maquinaria agrícola e implementos utilizados, para saber las características de las misma que se utilizan en la labranza del cultivo, calibración de implementos, limpieza de los mismo, normas de seguridad, etc.

Las encuestas o boletas censales fueron los materiales más utilizados para obtener información de primera mano; se estructuro considerando las características de la maquinaria e implementos más utilizados para la labranza en el cultivo de la caña de azúcar, y así llegar al desarrollo y culminación de este trabajo de investigación, los materiales son los que se mencionan a continuación:

### **2.2.1. Elaboración de las encuestas.**

Las encuestas utilizadas (anexo 2) fueron realizadas para determinar las diferentes maquinarias e implementos más empleados en las labores agrícolas de la caña de azúcar. Así como su estado, número de piezas, origen, características del operador y del tractor.

Para la elaboración de las encuestas se tomaran las sugerencias de Hernández et al (1999); con la base de preestablecidos por Guerra (1985); y Zelada (1996). Donde se hizo la consulta a los dueños de las diferentes maquinarias sobre las características del tractor agrícola y las características de los implementos agrícolas.

#### **2.2.2. Recolección de información secundaria.**

Para la recolección de la información secundaria, se realizara´ una toma de datos mediante entrevistas en los diferentes talleres mecánicos de tractores e implementos de Bermejo, que es donde recurren los tractoristas y dueños para la solución de los diferentes problemas que se les llega a presentar a sus maquinarias e implementos.

#### **2.2.3. Promoción de la investigación.**

Para una mejor investigación se realizó la visita a las autoridades (Secretarios generales) de las tres comunidades, Campo Grande, Arrozales y Porcelana, para indicarles los objetivos de este trabajo de investigación, las cuales fueron encuestas personales.

La información de campo para este trabajo de investigación titulada “ Caracterizar e identificar el uso de maquinaria agrícola y sus implementos en el cultivo de la caña de azúcar en las comunidades de Campo Grande, Arrozales y Porcelana, municipio de Bermejo – Tarija” donde se realizaron varias visitas previamente a los diferentes propietarios de parcelas, productores cañeros en las comunidades, con el fin de recolectar aspectos que se consideren importantes, sobre el uso de la maquinaria agrícola ya sea desde la preparación del terreno hasta tener un cultivo estable de años, para así poder tomarlas en cuenta en la presente investigación y realización de las encuestas.

#### **2.2.4. Selección de la muestra.**

Para obtener una información relacionada a las características de la maquinaria e implementos agrícolas para las diferentes labranzas agrícolas de la caña de azúcar, se trabajará sobre una población de cada comunidad de acuerdo al INRA, los cuales se detallaran a continuación:

Determinando el tamaño de la muestra de cada comunidad (Campo Grande 350 parcelas, Arrozales 200 parcelas y Porcelana 325 parcelas):

El muestreo será calculado de la siguiente forma, reemplazando datos a la fórmula de poblaciones (Wade et. Al. 1985)

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

Dónde:

n=Tamaño de la muestra.

N=Total de la población a estudiar.

Z  $\alpha^2$  =1,645, nivel de confianza o seguridad.

P= Proporción esperada, como es desconocida se recomienda que se utilice 5%=0,05.

q=1-p (en este caso 1- 0,05=0,95).

d<sup>2</sup>=precisión (se utilizará 5%=0,05 de precisión).

La cual reemplazando sería:

- **Comunidad Campo Grande.**

$$n = \frac{N \times Z\alpha^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z\alpha^2 \times p \times q} = \frac{350 \times 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)}{0,05^2 \times (350-1) + 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)} = \frac{350 \times 3,29 \times 0,05 \times 0,95}{0,1 \times 349 + 3,29 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$\frac{54,69}{1,81} = 26 \text{ encuestas}$$

- **Comunidad Porcelana.**

$$n = \frac{N \times Z\alpha^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z\alpha^2 \times p \times q} = \frac{325 \times 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)}{0,05^2 \times (325-1) + 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)} = \frac{325 \times 3,29 \times 0,05 \times 0,95}{0,1 \times 324 + 3,29 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$\frac{50,78}{1,69} = 24 \text{ encuestas}$$

- **Comunidad Arrozales.**

$$n = \frac{N \times Z\alpha^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z\alpha^2 \times p \times q} = \frac{200 \times 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)}{0,05^2 \times (200-1) + 1,645^2 \times 0,05 \times (1-0,05)} = \frac{200 \times 3,29 \times 0,05 \times 0,95}{0,1 \times 199 + 3,29 \times 0,05 \times 0,95}$$

$$\frac{31,25}{1,10} = 20 \text{ encuestas}$$

### **2.3. Reconocimiento y señalización de áreas de muestreo para las calicatas**

Una vez determinadas las áreas más antiguas y seminuevas, se ubicaron los puntos donde se hicieron las calicatas, previamente se realizó una encuesta de opinión e información (no estructuradas), con los diferentes propietarios de las parcelas ubicadas, para conocer alguna información preliminar sobre los cultivos aplicados, prácticas agrícolas realizadas, tipo de enmiendas, si se hubieran realizado y otros.

#### **2.3.1 Excavación de las calicatas**

Las calicatas que fueron excavadas en los diferentes puntos de muestreo, contaban con las siguientes medidas: 1m. de ancho, 1m. de largo y la profundidad se excavó hasta la finalización del subsuelo donde ya se encontró el horizonte C fragmentos de la roca madre.

#### **2.3.2 Delimitación de horizontes**

Una vez que se culminó con la excavación de las calicatas se realizó la delimitación de los horizontes, para determinar la profundidad efectiva del suelo y de las raíces de la caña de azúcar en Centímetros en las tres comunidades estudiadas.

#### **2.3.3 Determinación de la profundidad efectiva e exploración radicular**

Se entiende por exploración radicular a la profundidad del suelo, hasta donde han penetrado o donde ha llegado el desarrollo de las raíces, en nuestro caso, de la caña de azúcar. Este parámetro, se refiere a la población de masa radicular del cultivo a diferentes profundidades, que tiene una directa relación con las características físicas del suelo, particularmente, con el grado de compactación del mismo y/o de su capacidad para el desarrollo del cultivo. La metodología empleada para su determinación, ha sido la de cortar todo el horizonte a ser analizado y separado de todos los restos o trozos de raíces, se hizo una determinación radicular midiendo los diferentes horizontes del suelo en cm. y hasta donde penetran las raíces por medio de fotografías digitales y observación. Describiendo la profundidad de

raíces en los horizontes de cada calicata, para luego ser interpretados según los parámetros del siguiente cuadro:

**Cuadro N° 7 Interpretaciones para determinar la exploración radicular.**

<b>CANTIDAD DE RAICES</b>	<b>EXPLORACIÓN RADICULAR</b>
Pocas	***
Comunes	**
Abundantes	*

Fuente: Schoeneberger, Wysocki, Benham y Broderson.

**2.3.4. Calicatas en cada comunidad.**

Se analizará las zonas de cada comunidad y se tomará tres muestras de calicatas por comunidad, para tener una muestra representativa y así hacer el análisis de las mismas calicatas para determinar la profundidad efectiva del cultivo de la caña de azúcar en las tres diferentes comunidades del municipio de Bermejo.

También se desea observar al mismo tiempo si son suelos compactados o no, por la excesiva utilización de maquinaria agrícola (tractor), como también del uso de las cosechadoras integrales existentes en la zona y ver su impacto en el suelo donde existe este cultivo agrícola y es de gran importancia para la región.

**2.3.5. Aplicación de las encuestas.**

Las encuestas se aplicaron a los productores del cultivo de la caña de azúcar e operadores de tractores agrícolas, de las tres comunidades con el propósito de caracterizar los tractores e implementos que se utilizan en el cultivo y la forma de preparar el terreno para la caña de azúcar, en los meses de septiembre y octubre de 2022, los cuales son meses donde es la máxima utilización de la maquinaria agrícola y sus implementos en el cultivo de la caña de azúcar.

### 2.3.6. Tabulación y análisis de datos

Los datos de campo que se obtengan mediante las encuestas que se realizara en la presente investigación, las cuales serán ordenados, tabulados y analizados aplicando la estadística descriptiva para cada variable (factor), tomando en cuenta la distribución de frecuencias relativas y acumuladas expresadas en porcentajes( Hernández et al, 199). El cálculo se lo realizo basado en la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{\text{Nt}}{\text{Nc}} \times 100$$

Dónde:

Nc = Es el número de casos.

Nt = Es el total de casos.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente estudio se determinó caracterizar el uso de la maquinaria e implementos agrícolas en las labores culturales del cultivo de la caña de azúcar en tres comunidades del municipio de Bermejo, valorar la capacitación con que cuenta el operador en relación al manejo y uso de los implementos agrícolas, determinar la profundidad efectiva del suelo por medio de las raíces de penetración de la caña de azúcar y la descripción de un plan de uso de la maquinaria y los implementos agrícolas en dicho cultivo.

#### **3.1. ORIGEN DE LA MAQUINARIA.**

En el cuadro 8 se observa que los tractores que trabajan en las tres comunidades estudiadas (Campo Grande, Arrozales y Porcelana) del municipio de Bermejo son de origen brasileño, ocupando el primer lugar con el 47.2% (Massey Ferguson 57.6%, Valmet (Valtrac) 18,2%, Deutz 9.0%, Jhonn Deere 6.1%, New Hollan 6.1% y Zanello 3.0%); en tercer lugar aparecen los Argentinos con 17.1% (Massey Ferguson 50.0%, Fiat 41.7% y Deutz 8,3%); este aspecto contribuye a una fácil reposición de las partes y repuestos, coincidiendo con lo expresado por TRACTORES AGRALE (2003), al señalar que el origen de la maquinaria constituye un factor importante en el sentido que los tractores brasileños (también argentinos), cuentan con una gama de repuestos y accesorios de fácil acceso y disponibilidad inmediata, por la cercanía de los países.

También, es importante mencionar que en segundo que en segundo lugar se encuentran los tractores de origen japonés con el 21% (Kubota 60% y Shibaura 40%), y en cuarto lugar están los checoslovacos con 5.7% (Zetor 100%); además, se observa que los de menor porcentaje corresponden a los de Polonia y Alemania (2.9%), Inglaterra e Italia (1.4%) respectivamente.

**Cuadro N° 8. Maquinaria agrícola utilizada en el cultivo de caña de azúcar, según marca y origen (en porcentaje).**

Marca	Origen								Total	
	Argent.	Pol.	Brasil	Japón	Checo	Ingles	Alemán	Italia	N°	%
Massey Ferguson	50,0	--	57,6	--	--	--	--	--	25,0	35,7
Kubota	--	--	--	60,0	--	--	--	--	9,0	13,0
Shibaura	--	--	--	40,0	--	--	--	--	6,0	8,6
Zetor	--	--	--	--	100,0	--	--	--	4,0	5,7
Valmet (Valtra)	--	--	18,2	--	--	--	--	--	6,0	8,6
New Holland	--	--	6,1	--	--	--	--	--	2,0	2,9
Fiat	41,7	--	--	--	--	--	--	100,0	6,0	8,6
Johnn Deere	--	--	6,1	--	--	--	100,0	--	5,0	7,1
Deutz	8,3	--	9,0	--	--	--	--	--	4,0	5,7
Ursus	--	100	--	--	--	--	--	--	2,0	2,9
Zanello	--	--	3,0	--	--	--	--	--	1,0	1,4
Total Productores	12,0	2,0	33,0	15,0	4,0	1,0	2,0	1,0	70,0	--
Total Porcentaje	17,1	2,9	47,2	21,4	5,7	1,4	2,9	1,4	--	100,0

FUENTE: Elaboración propia

Consecuentemente, el hecho de que existan tractores de orígenes diversos es un aspecto contraproducente para los operadores que en muchos casos cambian de maquinaria para su trabajo.

En cuanto a las marcas, predomina el Massey Ferguson con 35.7% seguido por Kubota con 13% luego aparece el Valmet(Valtrac), Shibaura, Fiat(8.6%) respectivamente; mientras que el Johnn Deere se encuentra en sexto lugar con 7.1% y en ultimo está el Zanello (3.0%). El hecho de que la maquinaria existente en la región, proceda de países alejados, es causa para que al operador se le presenten un sin número de inconvenientes a la hora de la labor en el campo. También podemos señalar que en la actualidad algunas marcas que aparecen en el Cuadro 8 ya no existen, o se han fusionado con otras, formando así una nueva marca, como lo señala VALTRA (2003), al indicar que los tractores Valmet en la actualidad realizaron una fusión con tractores Brasileños, para aplicar conceptos más modernos y tecnología avanzada, teniendo en consideración la importancia de las soluciones más tradicionales, y denominando a la misma valtrac. Es por eso que los propietarios y operadores pueden tener

problemas para la adquisición de repuestos y accesorios, provocando que la maquinaria este parada en los talleres durante periodos largos, generando con esto perdidas económicas y el deterioro de la maquinaria.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRACTOR AGRÍCOLA

El análisis de los datos sobre las características del tractor (cuadro 9), muestra las diferentes marcas y potencias que son utilizadas para la preparación de suelos y otras labores en el cultivo de caña de azúcar en tres comunidades del municipio de Bermejo.

En este sentido en el Cuadro 9 se observa que de una población de productores cañeros total de 70, el 8.6% tienen una potencia menor a los 55 HP, seguidos por el 5.7% que poseen una potencia estimada entre 60 – 65 HP, y el 27.2% presentan potencias estimadas de 70 – 75 HP. Estos tipos de potencias están enmarcadas en lo que VALTRA (2003), indica como línea liviana o tractores livianos.

**Cuadro N° 9: Potencia en HP (Caballos de fuerza) y tipo de tracción de la maquinaria agrícola utilizada en el cultivo de caña de azúcar, expresado en porcentaje.**

Marca	Potencia (H P)						Tracción	
	50-55	60-65	70-75	80-85	90-95	>100	Sencilla	Doble
Massey Ferguson	--	--	31,5	44	50	50	7	18
Kubota	--	--	47,3	--	--	--	--	9
Shibaura	100	--	--	--	--	--	--	6
Zetor	--	--	--	16	--	--	--	4
Valmet (Valtra)	--	--	--	12	8,3	50	--	6
New Holland	--	--	10,5	--	--	--	--	2
Fiat	--	100	--	--	16,6	--	5	1
Johnn Deere	--	--	5,2	4	25	--	3	2
Deutz	--	--	--	16	--	--	4	--
Ursus	--	--	--	8	--	--	--	2
Zanello	--	--	5,2	--	--	--	1	--
Total (n=70)	6,0	4,0	19,0	25,0	12,0	4,0	20,0	50,0
Total %	8,6	5,7	27,2	35,7	17,1	5,7	28,6	71,4

FUENTE: Elaboración propia

Se aprecia también que la potencia en HP de 80 – 85 da un resultado del 35.7% del total de la población, abarcando entre ellos diferentes marcas de tractores, de las existentes en la región. Galindo, (2003) y Ospina; et al. (2002) nos indican que las labores de preparación del

terreno son sin duda una de las labores de mayor utilización de potencia, necesitando por lo general potencias mayores a los 70 HP, dependiendo de las características del terreno, así como el tipo de apero y de su forma de trabajo.

Las potencias de 90 – 95 HP (cuadro 9) de las máquinas representan el 17.1%, encontrándose dentro de este grupo tractores denominados zancudos utilizados para el cultivo de la caña y estarían dentro de los tractores medianos según lo indica VALTRA (2003), solamente el 5.7% son tractores que se encuentran entre las potencias mayores a 100 HP que pertenecen al grupo de los denominados tractores pesados.

Respecto al tipo de tracción, el 28.6% de los tractores son sencillos (Massey Ferguson 35%, Fiat 25%, John Deere 15%, Deutz 20% y Zanello 5%); mientras que el 71.4% son de tracción doble o tracción en las cuatro ruedas (Massey Ferguson 30%, Kubota 18%, Shibaura 12%, Valmet(Valtra)12%, Zetor 8% y otros 14%). El hecho de contar con mayor cantidad de tractores doble tracción (cuadro 9), favorece significativamente puesto que poseen mayor adherencia al suelo en el momento del trabajo en el campo; al respecto, Ospina et al (2002) señala que el tractor con doble tracción busca que la potencia neta llegue a las cuatro ruedas.

### **3.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPLEMENTOS DE LABRANZA EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.**

En el cuadro 10 se mencionan las principales características del arado de disco utilizados en el cultivo de caña de azúcar en las tres comunidades del municipio de Bermejo, indicando que el 80% de los productores cañeros encuestados realizan esta labor con arado de disco, con diferente número de piezas y dimensiones y un 20% hacen el uso del romplow. En este sentido, se puede afirmar que el uso constante de este implemento contribuye a la compactación paulatina de los suelos, coincidiendo con Ortiz (1995).

**Cuadro N° 10. Características de los arados utilizados en el cultivo de caña de azúcar.**

Frecuencia N=70	N° de piezas			Dimensiones (pulgadas)			Estado		
	2	3	4	26	28	29	Bueno	Regular	Malo
Total	6	46	18	16	52	2	16	26	26
Porcentaje	8,6	65,7	25,7	22,8	74,2	3,0	22,8	37,1	37,1

FUENTE: Elaboración propia

Tomando en cuenta los resultados del cuadro 10 podemos indicar que el 65.7% de los arados utilizados por los productores cañeros encuestados son de tres discos con una dimensión de 28”(pulgadas), el 25.7% cuentan con cuatro discos y un radio de 26” (pulgadas) y el 8.6% cuentan con arados de dos discos de 29”(pulgadas).

Por otra parte es importante señalar, que el número de discos con que cuenta un arado son importantes a la hora de la utilización óptima de la potencia, evitando el déficit o la sobre utilización de la misma, por lo tanto no existe una planificación y coordinación en el uso de la potencia como lo indica Baldan (2003), que para arados de dos discos de 26” o 28” se requiere una potencia de 40 a 50 HP (caballos de fuerza) y para arados de tres discos de 28” a 30” la potencia requerida es de 79 a 85 HP (caballos de fuerza) mientras que para arados de cuatro discos de 28” a 30” se requiere una potencia de 104 a 110 HP (caballos de fuerza).

También se puede apreciar que en el cuadro 10 se indica el estado en que se encuentran estos aperos, dividiéndose en: el 37.1% en estado regular, el 37.1% en estado malo y el 22.8% en un estado bueno, al realizar las entrevistas se observó que el mayor problema que presentan son el desgaste de los discos, mermando su dimensión, esto concuerda con lo afirmado por Laguna (1999), los discos con las horas de funcionamiento, se van desgastando por su borde exterior, este desgaste hace que su diámetro vaya disminuyendo, y por consiguiente que disminuya la profundidad de labor. La utilización de las rastras en la preparación del terreno en el cultivo de caña de azúcar es de gran importancia en la región, al punto que se puede indicar que en algunos casos los productores obvian el uso del arado para remplazarlo por la rastreada.

**Cuadro N° 11. Características de las rastras utilizadas en el cultivo de caña de azúcar.**

Rastras	N° de piezas					Dimensiones(pulgadas)		Estado		
	14	24	28	32	36	22	24	B	R	M
Dos cuerpos	10	12	--	12	--	22	12	22	16	32
Cuatro cuerpos	--	22	8	--	6	30	6	--	--	--
Total %	14,2	48,5	11,4	17,1	8,8	74,2	25,8	31,4	22,8	45,8

FUENTE: Elaboración propia

En el cuadro 11 se aprecia que, el porcentaje de rastras de cuatro cuerpos con 24 piezas de 22" (pulgadas) es de 31.4% en un buen estado. En tanto Garrido, (1984) menciona que el número de discos para cada rastra varía según el tipo: entre 16 y 36 discos, la potencia necesaria es de 1 a 1.5 HP por disco, cuando la profundidad varía de 5 cm a 10 cm, es decir cuando se trata de rastras ligeras o medianas. Por su parte Ortiz, (1995) señala que en condiciones media de trabajo, es decir, con una profundidad de 15-20 cm y una velocidad de 5-6 Km/h, se necesita una potencia en el motor del tractor del orden de 1-2HP por disco.

Por la información obtenida de setenta productores cañeros (cuadro 12), se evidencia que existe un alto porcentaje de surcadores de fabricación nacional 40%, así como local 25.7%. Demostrando con estos resultados una creciente inclinación de talleres en la fabricación de implementos, como pudimos evidenciar en la región de Bermejo con la existencia de dos talleres en los que se realizan la fabricación de implementos agrícolas para la caña de azúcar en este caso los surcadores.

**Cuadro N° 12. Principales características de surcadores usados en la caña de azúcar  
(en porcentaje).**

Surcadores	N° piezas		Dimensiones (m)			Estado		
	1	2	<1.2x0.8	1.2x0.8	>1.2x0.8	Bueno	Regular	Malo
Importados	18	--	8	10	--	--	--	--
Nacionales	28	--	--	28	--	13	30	27
Locales	18	6	--	22	--	--	--	--
Porcentaje	55,4	8,5	11,4	49,6	--	18,5	42,8	38,5

FUENTE: Elaboración propia

Además, otro aspecto señalado en el cuadro 12, es la cantidad de brazos o piezas con que cuentan los surcadores usados en las tres comunidades donde sobresalen en un 55.4% los surcadores de una sola pieza por ser más estables, fácil manejo, y con un 49.6% que tiene una medida de 1.20mt. de altura por 0.80mt. de ancho.

### **3.4 CAPACIDAD TÉCNICA DEL OPERADOR EN EL MANEJO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA.**

Los resultados del cuadro 13, señalan que el 62.5% de los encuestados si conoce los símbolos universales de operación con que cuentan los tractores y equipos, aspecto que contribuye para un manejo más fácil; pero el 37.5% no lo conocen, probablemente debido a que fueron borrados y/o falta de capacitación del operador. A pesar de ello, es importante resaltar que se pretende que los símbolos sean intuitivos y suficiente claros en cualquier parte del mundo; con ellos la velocidad de reacción del individuo puede ser mayor por visualizar rápidamente el movimiento que tiene que realizar (Ortiz, 1995).

**Cuadro N° 13 Experiencia y capacidad técnica del operador en el manejo de la maquinaria e implementos agrícolas (en porcentaje).**

Frecuencia N=40	Conoce símbolos de operación		Recibió capacitación			Desea capacitarse	
	SI	NO	Mucho	poco	nada	SI	NO
Total	25	15	4	15	21	30	10
Porcentaje	62,5	37,5	10	37,5	52,5	75	25

FUENTE: Elaboración propia

Además, se observa que el 52.5% de los operadores no ha recibido ningún tipo de capacitación para el manejo de la maquinaria, luego el 37.5% responde que ha recibido poca capacitación, mientras que el 10.0% afirma tener mucha capacitación; a pesar de ello, solo el 75.0% desea capacitarse (cuadro 13). Estos resultados son contrarios a los reportados por MASSEY FERGUSON (2003) y Carrion (2005) al mencionar que el usuario de un tractor agrícola debe ser un tractorista capacitado y autorizado. Se entiende, por lo tanto que esta persona es capaz de comprender las instrucciones específicas, haya asistido algún curso de formación y conoce las normas de seguridad relativas al trabajo que realiza.

### **3.5 DISPONIBILIDAD DE DISPOSITIVOS DE OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS.**

En el siguiente cuadro se demuestra que el 80.0% de los encuestados y/o entrevistados, coinciden que los tractores bajo su responsabilidad cuentan con luz adecuada para el trabajo nocturno; al respecto manifiestan que por factores climáticos, característicos de la región, es muy conveniente realizar las labores en horarios nocturnos. Por otra parte, el 20.0% responde lo contrario o no tiene la luz apropiada del tractor y no realizan trabajos nocturnos.

**Cuadro N° 14; Disponibilidad de algunos dispositivos que contribuyen a la operación de la maquinaria agrícola.**

Frecuencia n=40	Tiene luz adecuada para trabajos nocturnos		Tiene los símbolos universales	
	SI	NO	SI	NO
Total	32	8	20	20
Porcentaje	80	20	50	50

FUENTE: Elaboración propia

También se aprecia que el 50.0% (cuadro 14) de los tractores cuentan con los símbolos universales para controles de operación de la maquinaria; esto permite dar seguridad a los operadores durante el manejo del tractor e implementos. Coincidiendo con lo afirmado por Ortiz (1995), al indicar que como norma de seguridad básica la maquinaria debe contar con los símbolos universales para controles de operación.

Mientras que el otro 50.0% de los tractores no tienen los símbolos universales para controles de operación, por motivo que la maquinaria es antigua o que estos símbolos se han perdido cubiertos con el repintado. Sin embargo, estos resultados no coinciden con lo expresado en el cuadro 13, ya que el 62.5% responde conocer los símbolos de operación. Al respecto, los entrevistados manifiestan que el trabajo de operador de maquinaria les a permitido conocer múltiples máquinas y en diferentes estados de uso.

### **3.6 PROTECCIÓN Y PARTES MÓVILES.**

En el cuadro 15 se presentan los resultados obtenidos, mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a 40 operadores de tractor agrícola. La información analizada está en función de las características de seguridad con respecto a la protección fija (cabina) y móvil (implementos y otros) que ofrece, la maquinaria agrícola, a los operadores; para ello se considera cabinas cerradas y con techo, cuya protección es de fábrica, y cabinas abiertas o improvisadas como sin protección.

**Cuadro N° 15. Algunas características de protección implementadas en la maquinaria agrícola, para la seguridad del operador (en porcentaje).**

Frecuencia	Partes Fijas(cabina)			Partes móviles	
	Cabina cerrada	Cabina con techo	Cabina abierta	SI	NO
Total	2,0	25,0	13,0	23,0	17,0
Porcentaje	5,0	62,0	32,5	57,5	42,5

FUENTE: Elaboración propia

La maquinaria que cuenta con protección para el operador, de tipo cerrada, representan el 5% de la muestra (cuadro 15); en relación a estas, los operadores comentan que se hace un poco difícil el manejo de la maquinaria de estas características, por las altas temperaturas en las que tienen que trabajar, convirtiéndose esto, en un factor contrario para el normal desenvolvimiento de sus funciones, lo que no coincide con lo indicado por el manual del operador MASSEY FERGUSON (2003), que indica que en los modelos con cabinas cerradas, la cabina busca un uso mayor de cada equipamiento por día y por año, creando mejores condiciones en el ambiente del operador para mayor satisfacción y calidad de trabajo realizado.

Por otra parte, el 62.5% afirma que los tractores tienen cabinas con techo y protección contra vuelco, de los cuales solo el 44% cuentan con cinturón de seguridad, que se debe utilizar para asegurar el correcto funcionamiento de la protección contra vuelco; situación que es respaldada por MASSEY FERGUSON (2003), al asegurar que la protección ofrecida por la barra contra vuelcos solo se hace efectiva con el uso del cinturón de seguridad.

En cuanto a los tractores con cabinas abiertas, existe el 32.5%(cuadro 15) considerando a las dotadas de techo hechizo o de fabricación local y las maquinarias descubiertas, que no ofrecen ninguna protección en caso de un accidente con vuelco. En consecuencia, es importante señalar que la protección de la cabina o pórticos en los tractores, para evitar los daños del vuelco, se debería establecer como una norma para la conducción de la maquina como lo sugiere Ortiz (1995) y Deere Company (2006), ya que las volcaduras en tractores agrícolas son la causa número uno de muerte de operadores en el campo y ocupan el tercer lugar, después de los mineros y los de la construcción (Ortiz, 1995)

También en el cuadro 15 se determinó que el 57.5% de los tractores, cuentan con protección en las partes móviles y cortantes de los cardan, toma de fuerza y ruedas motrices y direccionales, mientras que el 42.5% no la tiene; al respecto, indicaron los entrevistados que en algunos casos la protección fue remplazada por una nueva, de fabricación local, por el deterioro de la misma. De esta manera, los resultados no coinciden con Ortiz (1995), al señalar que todas las partes móviles o cortantes de las maquinarias deben llevar obligatoriamente las debidas protecciones: tomas de fuerza, ejes cardánicos, correas, barras o discos segadores.

### **3.8. CALIBRACIÓN Y LIMPIEZA DE LOS IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DEL TRACTOR.**

La calibración es una tarea que se realiza antes de comenzar una determinada labor y durante la misma (con su respectivo implemento) con el objetivo de garantizar el ahorro de energía y tiempo, así como la realización del trabajo de la forma más correcta.

#### **Cuadro N° 16; Calibración y limpieza de los implementos agrícolas, antes de iniciar labores (en porcentaje).**

Frecuencia (n=40)	Calibración			Limpieza		
	Siempre	A veces	Nunca	Siempre	A veces	Nunca
Total	40	--	--	6	5	29
Porcentaje	100	--	--	15,0	12,5	72,5

FUENTE: Elaboración propia

El cuadro 16 indica que el 100% de los operadores de maquinaria agrícola para el cultivo de caña de azúcar, en las tres comunidades estudiadas del municipio de Bermejo, realizan la calibración de los implementos agrícolas antes de empezar a trabajar y durante la labor.

Por lo tanto, se puede afirmar que el uso de maquinaria bajo estas condiciones, están encaminadas a conseguir una labor adecuada con el menor esfuerzo posible a igualdad de trabajo realizado, como lo reporta Laguna (1999).

También, se determinó que el 72.5% de los operadores de maquinaria agrícolas (tractores) empleadas en el cultivo de caña de azúcar, no realizan nunca la limpieza de sus implementos al cambiar de terreno; mientras que el 15% realiza siempre y el 12.5% a veces.

Estos resultados son de esperar, puesto que el 90% (cuadro 13) de los operadores han recibido poco (37.5%) y nada (52.5%) de capacitación; razón por la cual, es posible afirmar que una de las causas para la diseminación de malezas en las zonas cañeras de Bermejo, se deba a la falta de una adecuada y cuidadosa limpieza de los tractores y equipos.

Sin embargo, la falta de un lavado riguroso de todo el tractor y los implementos agrícolas después de la utilización de los mismos no coinciden con las recomendaciones de Humbert (1968) y MASSEY FERGUSON (2003) que dicen que al realizar esta tarea, se deja libre de una cantidad de residuos causadores de la oxidación de las partes metálicas y la proliferación de malezas.

### 3.9. Distribución del horario de trabajo por cada momento del día.

En el cuadro 17, en primer lugar, aparece el 37% de los encuestados indicando que trabajan entre las 4 y 11 am; en segundo lugar el 27,5% de los operarios respondieron que lo hacen en la mañana, desde las 4 am. Hasta las 12 am; en tercer lugar esta. el 20% que trabajan de 6 am. a 12 am. y por último, el menor porcentaje está en el horario de 4am a 12 am. Con un 15%.

**Cuadro N° 17. Distribución del horario de trabajo por cada momento del día (en porcentaje).**

Frecuencia N=40	Mañana(horas)				Tarde(horas)			Noche(horas)			No Trabaja
	04-11	04-12	05-12	06-12	14-20	16-20	17-20	19-00	20-01	20-03	
Total	15	6	11	8	19	16	5	5	6	12	17
Porcentaje	37,5	15	27,5	47,5	40	12,5	12,5	12,5	15	30	42,5

FUENTE: Elaboración propia

En las tardes un 47.5% de los operadores encuestados respondieron que trabajan en el horario de 14 pm. a 20 pm, mientras que el 40% respondieron que trabajan en horario de 16 pm. a 20 pm, seguido por un 12.5% que realizan el trabajo de 17 pm a 20 pm.

Para el horario de la noche de la noche, un porcentaje de 42.5% de operadores encuestados respondieron que no trabajan en el horario nocturno y un 30% que realizan el trabajo en horario de 20pm a 3am, mientras que el 15% lo realizan de 20pm a 1am, y el 12.5% de 19pm a 00 horas.

El hecho de que existan diferencias muy marcadas entre los horarios de trabajo adoptados por los operadores, se debe principalmente a las características climatológicas de Bermejo y a que generalmente, las labores en el cultivo de caña de azúcar se llevan a cabo entre agosto a diciembre, aspectos que contribuye a elegir el horario más adecuado para el operador. Sin embargo es oportuno resaltar el predominio del trabajo diurno.

**Cuadro N° 18. Promedio de horas trabajo por día y cantidad de días trabajados durante el mes (en porcentaje).**

Frecuencia	Horas de trabajo/día					Días trabajados/mes				
	6	8	9	10	12	15	20	25	26	30
Total	--	25	--	5	13	8	1	12	17	2
Porcentaje	--	55	--	12,5	32,5	20	2,5	30	42,5	5

FUENTE: Elaboración propia

En el promedio de horas trabajadas por día, se destaca la jornada de ocho horas con el 55% de las encuestas, mientras que el 32.5% trabajan 12 horas al día y el 12.5% de los operadores trabajan 10 horas al día (cuadro 18). Esta característica depende del tipo de contrato que realizan entre el operador, propietario o productor cañero, pudiendo ser por jornal, porcentaje, por tanto, siendo estos últimos los que predominan más en Bermejo; por esta razón es normal que algunos operadores trabajen más de ocho horas al día.

El mismo cuadro 18 indica que el 42.5% de los encuestados trabajan 26 días al mes, en cuanto el 30% trabajan 25 días al mes. Solo el 20% de los operadores realizan trabajos durante 15 días del mes y el 5% trabajan 30 días y por último el 2.5% trabajan 20 días al mes.

### **3.10. Velocidad de trabajo desarrollada por el tractor con los diferentes implementos agrícolas.**

En el cuadro 19 se muestran las velocidades más frecuentes en que los operarios emplean al realizar las diferentes labores.

En el caso de la arada el 45% de los operadores de maquinaria agrícola encuestados afirmaron que la realiza a una velocidad de 4-5 Km/hora. Así en el mismo cuadro el 25% afirman que realizan la labor de la arada a una velocidad de 6-8 Km/hora y el 20% a una velocidad de 2-3 Km/hora quedando el 10% que la realiza a una velocidad de 8-10 Km/hora. Sin embargo, solo el 10% coincide con lo que indica Ortiz, (1995), en aplicar una velocidad de 5-9 Km/hora para la realización de la arada.

**Cuadro N° 19. Velocidad de trabajo desarrollada por la maquinaria, en cada labor agrícola del cultivo de la caña de azúcar (en porcentaje)**

Labores	Velocidad de trabajo(Km/hora)					Total
	2-3	4-5	6-8	8-10	11-12	
Arada	20,0	45,0	25,0	10,0	--	100
Rastreada	--	30,0	22,5	22,5	25,0	100
Cultivada	--	30,0	22,5	22,5	25,0	100
Surcado	25,0	40,0	25,0	10,0	--	100

FUENTE: Elaboración propia

Para la labor de rastreada se dieron los siguientes resultados expresados en velocidad (Km/hora): el 30% de los operarios la realiza a una velocidad de 4-5 Km/hora, el 25% realizan esta labor a una velocidad de 11-12 Km/hora, el 22.5% realizan la rastreada a una velocidad de 6-8 Km/hora seguido de un porcentaje de 22.5% a una velocidad de 8-10 Km/hora.

En el caso de la cultivada según los resultados de las encuestas los valores son idénticos a los expresados para la labor de rastreada. Al respecto estudios realizados por Onorato (2004),

señala que la velocidad adecuada para realizar esta labor es de 5-10 Km/hora, tomando en cuenta la humedad del suelo y las características del apero.

El surcado, el 40% de los encuestados respondieron que lo realizan a una velocidad entre 4-5 Km/hora, el 25% entre velocidades de 6-8 Km/hora y el 25% entre velocidades de 2-3 Km/hora, quedando el 10% que realizan esta labor entre velocidades de 8-10 Km/hora.

Finalmente podemos indicar que la velocidad de marcha esta en dependencia del Angulo determinado por la posición de la vertedera y el número de órganos, teniendo en cuenta que el suelo este seco, o lo suficientemente seco para facilitar el deslizamiento de los mismos, con lo que se evita el consumo de esfuerzo innecesario y la compactación del suelo (Garrido, 1984).

### 3.11. Frecuencia y tipo de mantenimiento que recibe el tractor

En el cuadro 20 se presentan los resultados referidos al mantenimiento que recibe el tractor para su conservación, donde se evidencia que el 27,5% de los operadores de maquinaria agrícola realizan el cambio de aceite y filtros (aceite y combustible) cada 250 horas. Seguido de un 25,0% que realizan la misma operación cada 300 horas. Estos resultados demuestran que existe una conciencia de los propietarios y operadores para realizarla de acuerdo a lo requerido por el tractor. En este sentido, podemos señalar que de 250 a 300 horas coinciden con los tiempos establecidos por el manual del operador MASSEY FERGUSON (2003) para el cambio de aceite y filtros (aceite y combustible).

En el mismo cuadro 20, se muestra que cada 15 días el 7.5% de los operarios realizan el cambio de aceite y filtros, y cada 100 horas el 2.5% efectúan la misma acción; estos están enmarcados entre las maquinas más utilizadas por mes.

**Cuadro N 20. Frecuencia y tipo de mantenimiento que recibe la maquinaria agrícola, por los operadores para su buen funcionamiento.**

Mantenimiento	Horas				Días		Meses		
	100	200	250	300	7	15	1	2	3
cambio de aceite y filtros	1	4	11	10	--	3	6	3	2
porcentaje(n=40)	2.5	10.0	27.5	25.0	--	7.5	15.0	7.5	5.0

Engrasado	1	--	--	--	37	2	--	--	--
porcentaje(n=40)	2.5	--	--	--	92.5	5.0	--	--	--

FUENTE: Propia

En el caso de los cambios de aceite y filtros cada 2 a 3 meses, representan el 12.5% de los encuestados, lo que significa de 480 a 720 horas; según el manual de operaciones BOLTRAC (2003), se deberían realizar otro tipo de mantenimientos como cambio de aceite hidráulico y de aceite de la corona. También se determinó que el 92.5% de los tractoristas realizan el engrasado de la maquinaria cada 7 días, el 5% cada 15 días y el 2.5% cada 100 horas.

Sin embargo, es importante resaltar que durante la aplicación de encuestas y entrevistas se evidencio que el mantenimiento efectuado a la maquinaria agrícola es ineficiente, dejando de lado aspectos básicos para la buena conservación de la misma, eludiendo los respectivos controles periódicos que se deben dar a la maquinaria, para realizar una reparación solo cuando se presente un estropicio.

### **3.12. DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS UTILIZADOS EN LAS COMUNIDADES DE CAMPO GRANDE, ARROZALES Y PORCELANA, MUNICIPIO DE BERMEJO.**

En el cuadro N°21 nos indica que los productores cañeros asociados en las tres comunidades estudiadas del municipio de Bermejo, en un 35.7% realizan la preparación de su terreno (arado, rastreado, surcado y cultivado).

También en el mismo cuadro observamos que el resto realiza la preparación de su terreno con los siguientes implementos agrícolas del tractor que serían; ROM planeado, rastreado, surcado y cultivado en un 64.3%, donde afirman que ya no utilizan el arado de disco porque no abarca gran cantidad de superficie a trabajar en poco tiempo, ya que utilizan el romplaneado a mayor profundidad y abarcan mayor superficie trabajada en menor tiempo con la misma eficacia de un arado.

#### **Cuadro N°21 preparación del suelo con los diferentes implementos agrícolas en caña de azúcar**

Frecuencia	Arada - Rastreada Surcada - Cultivado	Romplaneado - Rastreado Surcado - Cultivado
------------	--	--

Total	25,0	45,0
Porcentaje	35,7	64,3

FUENTE: Elaboración propia

Para la descripción del plan de uso de la maquinaria agrícola y sus implementos nos basamos al manual del operador MASSEY FERGUSON (2003), para el cambio de aceite, filtro y engrasado, donde nos indica que se tiene que hacer el mismo cada 250 a 300 horas de trabajo el cambio de aceite y filtros, mientras que en el engrasado se lo tiene que realizar cada 10 horas de trabajo.

BOLTRAC (2003) según el manual de operaciones se tiene que realizar otros de tipos de mantenimientos a las horas trabajadas de 720 horas, como el cambio de aceite hidráulico y de aceite de la corona trasera si es de tracción simple, y si es de tracción doble en ambas coronas del tractor agrícola. Cabe mencionar que es muy importante saber el uso o la utilización adecuada del Horometro del tractor y así poder controlar las horas trabajadas correctamente y tener una planilla con todos los datos del mismo, para los mantenimientos en el momento correcto de acuerdo a lo trabajado el tractor.

**Cuadro N° 22, Ejemplo: Del manejo correcto del Horometro para el control de las horas trabajadas de un tractor agrícola, para los respectivos mantenimientos.**

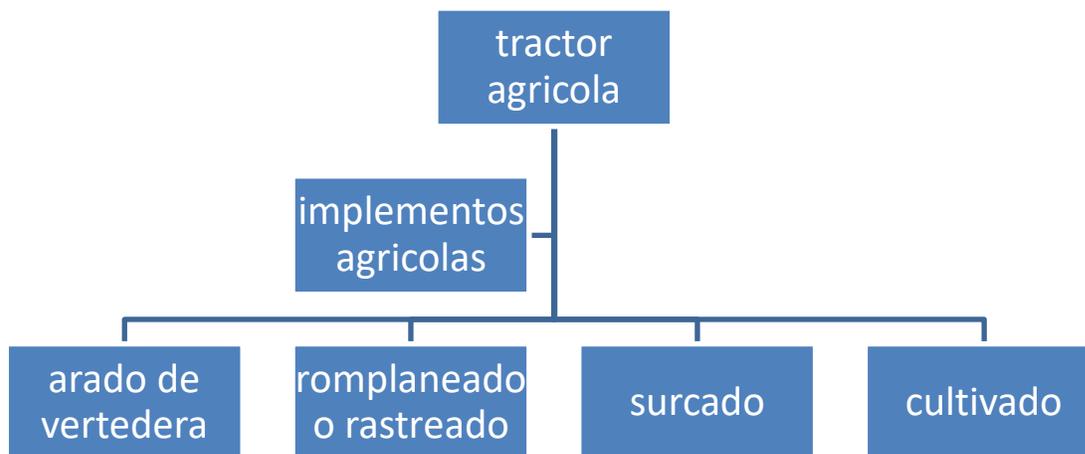
Fecha	Inicio de recorrido	Inicio de trabajo	Final trabajo	Horas trabajo	total	Maquinaria e implemento	cliente	firma
30/8/022	18613.5	18615.5	18617.5	2	2 hrs.	New holland,rast ra	Bartolom é	.....
31/8/022	..... .....	18617.6	18625.3	7.7	7hrs.42 minutos	New holland,rast ra	Bartolom é	..... ..
1/9/022	..... ....	18637.7	18638.8	1.1	1hrs.6mi nutos	New holland, rastra	Bartolom é	.....

**Cuadro N° 23, Ejemplo: Control del Horometro para el manejo económico por los trabajos realizados con el tractor agrícola e implementos.**

Fecha	Inicio recorrido	Inicio trabajo	Final trabajo	Bs	total	Bs	Implemento agrícola	Cliente	firma
1/7/022	1878.5	1878.6	1878.8	0,2	80bs/h	16bs	Arado disco	Mamani	.....
1/8/022	1879.9	1881.5	1910.2	28	80bs/h	2240bs	Arado disco	Sullca	....

De acuerdo lo que se ve en el cuadro 21, no ay un uso en específico de los implementos agrícolas en el cultivo de la caña de azúcar, pero al ser suelo que ya vienen más de 25 años cultivados y trabajados un 64.3% optan por ya no utilizar el arado de disco en la actualidad y prefieren el romplaow liviano o pesado, donde haciendo comparación con el vecino país en Tucumán también ya prefieren más a este implemento agrícola (guía técnica del cañero Patricia A. Digonzelli 2015). Fogliata (1995), entre los factores antrópicos que alteran el equilibrio del suelo, agua y aire, está el producido por las malas prácticas agrícolas tales como el exceso del laboreo, tráfico continuo de maquinaria pesada durante la cosecha, arar y rastrear en suelos húmedos, etc. Todo lo apuntado dará como resultado que con el correr de los años, se produzca un desequilibrio en la estructura del suelo y dará lugar al fenómeno conocido como suelos compactados.

La descripción del uso de implementos agrícolas, para la preparación de los terrenos para el cultivo de la caña de azúcar en las tres comunidades (Campo Grande, Arrozales, Porcelana) del municipio de Bermejo, donde se da un criterio más técnico para los productores por medio de un organigrama y seria con; arado de vertedera, ron planeado, surcado y cultivado.



**Guía de las labores para la preparación del suelo para el cultivo de caña de azúcar según recomendaciones técnicas del organigrama,** donde EL TRACTOR AGRICOLA, se recomienda antes de dar marcha la vuelta de revisión donde se observa estado de las partes, pernos, ruedas, mangueras, etc., ver el estado en que se encuentran y que no falte ninguna parte o pieza, el engrasado de las partes móviles, revisión aceite del motor, aceite de transmisión, refrigerante del motor, filtros de aire y combustible, etc.

IMPLEMENTOS AGRICOLAS, ver que estén en buen estado los discos en un desgaste no mayor al 10%, pernos sanos y ajustados, engrasado de los rodamientos, etc.

ARADO DE VERTEDERA, basado a los estudios de investigación es mejor el arado de vertedera porque nos brinda un mejor resquebrajamiento del suelo, logrando en menor tiempo para la preparación de tierra para la siembra por requerir menos pasadas de la rastra para desmenuzar los terrones, todo esto genera mayor ahorro al productor cañero. Otro aspecto es que mejora la tierra del campo, ya que se vuelve impermeable y rico en oxígeno. El arado de vertedera a ser una cuchilla en forma de cuña, es muy eficaz para romper el suelo y voltea a un lado, descompactandolo el mismo suelo aireándolo, enterrando las semillas de las malas hierbas en lo más profundo del suelo, donde no pueden germinar, en cambio el arado de disco corta el suelo con su disco en forma de esférica y su uso constante ocasiona compactación de

los suelo cañeros, ocasionando también una menor profundidad efectiva del cultivo de caña de azúcar.

ROMPLANEADO O RASTREADO, ambos implementos agrícolas tienen la misma función que es reducir el tamaño de los terrones, capaz volteadas, dejados por el implemento anterior utilizado en la preparación del suelo, el trabajo se realiza en los primeros 30cm de profundidad, buscando la distribución heterogénea de los tamaños del suelo. También esta labor agrícola hace la incorporación bien uniforme de la materia orgánica como ser: abono verde, restos de cosecha, malas hierbas, etc. alguna diferencia a agregar entre el romplado y la rastra, sería que el romplado se llega a controlar la profundidad a penetrar de los discos al suelo por intermedio de un botellón hidráulico y un mando de levante y bajada del implemento completo, y en lo económico que su precio de compra es mucho más elevado que una rastra agrícola. Ahora cuando realizamos esta labor, después de pasar con el arado de vertedera y dejar reposar por unos cuatro días el suelo.

SURCADO, en esta labor agrícola definimos la distancia entre surcos y la profundidad de surcado, y así acomodar la semilla de caña durante la siembra a una distancia de surcos donde puede ser de: 1.50m, 1,65m o 1.75m. a una profundidad de 25 cm, por ultimo realizamos esta labranza agrícola inmediatamente después del ROM planeado o rastreado o como máximo al día siguiente para así poder aprovechar la humedad del suelo para la buena germinación de la semilla caña.

CULTIVADO, un trabajo agrícola muy importante que se lo tiene que realizar mínimamente una vez cada año después que se realizó la zafra del cultivo de la caña de azúcar, y cuando las cepas hayan germinado nuevamente, estado de altura menor al chasis del tractor para no dañar las hojas tiernas (25cm altura de la planta) al momento la labranza agrícola. El objetivo de esta labor es de aporcar las plantas de caña para un mejor anclaje. El cultivador en si es un marco rectangular que lleva en la parte inferior en total 12 discos ya sea de 24" o 26" de diámetro y la dirección de trabajo es recta en dirección al surco donde al momento de la labranza se va aporcando (echar tierra a los lados del surco) el cultivo de caña de azúcar.

### **3.13. Determinación de la profundidad, Radicular en suelos cultivados con caña de azúcar**

#### **3.13.1 Penetración Radicular de la caña de azúcar, comunidad Campo Grande**

El horizonte A<sub>0</sub> de las calicatas, se caracterizan por tener en la parte superficial restos de cosecha (despunte, cogollos, malhoja), malezas. Otra de las sustancias que componen esta capa superficial son los restos de cenizas que quedan, como consecuencia de la quema de la malhoja, esta operación se la viene realizando desde hace bastante tiempo con motivo de facilitar a los productores algunas tareas de post-cosecha; sin embargo, las consecuencias son negativas para la estructura del suelo, ocasionando en gran parte la pérdida de la materia orgánica. Al respecto Fogliata (1995), confirma que existe una tendencia a quemar estos residuos de cosecha para facilitar las posteriores operaciones de cultivo, sin medir las consecuencias positivas de su manejo en aquellos suelos con problemas de compactación.

En el horizonte A<sub>1</sub> de la calicata AI-1 de la comunidad Campo Grande (Cuadro 24), se encuentra la mayor población radicular, ubicado a 20.5cm de profundidad. Es un dato que no es el típico del cultivo de la caña de azúcar, por lo tanto es demasiado superficial, esto se debe a que estos suelos son trabajados intensivamente con equipos de labranza especialmente con arados de disco a esta profundidad (capa arable muy delgada), es por eso que la mayoría de la población radicular se encuentra en este horizonte, esto coincide con los estudios realizados por Baver (1975) y citado por Gómez (1975), al observar que la distribución del sistema radicular de las plantas que crecen en peladeros estaba mayormente concentrada en los primeros 20 centímetros del suelo. En general la presencia de capas duras o piso de arado afectan el crecimiento de la caña de azúcar. El uso del subsolador reduce la misma.

Russell (1973), reporta que la causa más común de un enraizamiento pobre y un enraizamiento superficial son las restricciones físicas, debido a la compactación del suelo que da lugar al colapso o disminución de los espacios de poros y a un aumento localizado de la densidad del suelo.

Lo mismo ocurre en las calicatas AI-2 y AII-1. Al finalizar este horizonte las raíces chocan con la suela de labor ubicado en el horizonte A<sub>2</sub>, las raíces que superan esta capa dura tienen la apariencia de ser pálidas y delgadas, debido al esfuerzo que realizan para superarla. Esto

concuerta con Fogliata (1995), al mencionar que las raíces de la caña de azúcar distorsionadas por efectos de la compactación continúan funcionando en cierto grado, en niveles inferiores a las raíces normales.

La mayor población radicular de esta calicata también se encuentra en el horizonte A<sub>1</sub>, ubicadas en las calicatas AI-2, terminando la exploración radicular en el horizonte B<sub>1</sub> a una profundidad de 53cm. Siendo estas últimas raíces las más perjudicadas debido al esfuerzo que realizan por llegar a lo más profundo en busca de nutrientes, etc. Gómez (1975) menciona que la penetración de las raíces depende fundamentalmente de las variedades, de la textura del suelo y de la suplencia de agua. Así cuando crece en suelos sumamente compactos, la penetración es poca.

La observación minuciosa de la distribución de la masa radicular en esta calicata confirma la respuesta sobre la baja producción manifestada en la encuesta realizada a los propietarios, y nos da como conclusión de que estamos frente a suelos con serios problemas de compactación.

**Cuadro N° 24 Profundidad Radicular de la caña, con uso intensivo de maquinaria agrícola en Campo Grande.**

N° DE CALICATA	CÓDIGO	HORIZONTES				
		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
1	AI- 1	Tamaño: 1,5 cm.	Tamaño: 19cm E R:*		Tamaño: 26cm E. R: ***	Tamaño: 35cm E. R: ***
2	AI-2	Tamaño: 5 cm.	Tamaño: 18cm E. R: *	Tamaño: 13cm E. R: ***	Tamaño: 17cm E. R: ***	Tamaño: 37cm E. R: ***
3	AII-1	Tamaño: 6 cm.	Tamaño: 20cm E. R: *	Tamaño: 19cm E. R: ***	Tamaño: 37,5cm E. R: ***	

FUENTE: Elaboración propia. E. R.: Exploración radicular.

\*\*\* = Pocas. Población radicular: Baja

\*\* = Comunes. Población radicular: Media

\* = Abundantes. Población radicular: Alta

El escaso desarrollo radicular que tiene lugar en los suelos compactados se traduce en un limitado crecimiento del tallo y consecuentemente en una significativa merma de producción. La compactación del suelo es el resultado de una serie de procesos por los cuales las partículas sólidas tienden a aproximarse entre sí, reduciéndose el espacio ocupado por los poros (macroporos y microporos) del suelo que ven afectado su tamaño y continuidad, creándose una capa densa e impermeable, llamada suela, a una profundidad que varía entre 10 y 40 cm. La presencia de esta capa, a escasa profundidad de la superficie del suelo, restringe el desarrollo radicular y dificulta, e incluso puede limitar seriamente, los movimientos del agua así como el intercambio gaseoso (Hernanz 2008).

### **3.13.2 Penetración Radicular de la caña de azúcar, Comunidad Porcelana**

Como ya es de conocimiento, estos suelos no sobrepasan los siete años de explotación, por lo tanto, la población radicular del cultivo (Cuadro 25), está mejor distribuida. En el horizonte A<sub>1</sub> de las calicatas AII-1 y AII-2, la población radicular se asemejan entre sí, estos son suelos más jóvenes con mejor estructura, las raíces dan la apariencia de estar en óptimas condiciones, no presentan signos de palidez, la calidad del suelo favorece a que puedan penetrar sin realizar grandes esfuerzos, la exploración radicular es más profunda en comparación con los suelos de la Comunidad Campo Grande, otra característica que poseen estos suelos es la buena capacidad de retención de agua que se encuentra disponible para las raíces.

La FAO (1995), indica al respecto que la capacidad disponible de agua puede tener influencia sobre la duración del período de crecimiento de las plantas que crecen en un suelo determinado. Los suelos con alta capacidad de agua disponible permitirán períodos de crecimiento más extensos, en razón de la posibilidad de proporcionar mayores cantidades de agua almacenada durante los períodos secos que los suelos con baja capacidad de agua disponible. Los suelos poco profundos tienen poca agua disponible.

En las calicatas AII-1 y AII-2, el crecimiento radicular disminuye considerablemente en el horizonte B<sub>1</sub>. Recién aquí las raíces empiezan a cambiar de forma y de aspecto, porque realizan esfuerzos mayores de penetración debido a la dureza que presenta el suelo a esta profundidad, (67 y 54 cm respectivamente).

**Cuadro N° 25 Profundidad Radicular de la caña, con uso semi intensivo de maquinaria agrícola en Porcelana.**

N° DE CALICATA	CODIGO	HORIZONTES				
		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
4	AII-1	Tamaño : 6cm	Tamaño: 18cm E. R: *	Tamaño: 20cm E. R: **	Tamaño: 23cm E. R: ***	Tamaño: 10cm E.R: ***
5	AII-2	Tamaño : 7,5cm	Tamaño: 15,5cm E. R: *	Tamaño: 11cm E. R: **	Tamaño: 20cm E. R: ***	Tamaño: 15cm E.R: ***
6	AIV-2	Tamaño : 6cm	Tamaño: 22cm E. R: *	Tamaño: 15cm E.R: ***	Tamaño: 20cm E. R: ***	Tamaño: 32cm E. R: ***

FUENTE: Elaboración propia. E.R.: Exploración radicular.

\*\*\* = Pocas. Población radicular: Baja

\*\* = Comunes. Población radicular: Media

\* = Abundantes. Población radicular: Alta

También en el horizonte B<sub>1</sub> de la calicata AIV-2, existe una densidad aparente elevada, sin embargo el crecimiento radicular culmina en el horizonte B<sub>2</sub>, apareciendo aquí las últimas raíces (95 cm. de profundidad). Tal vez estos datos no son un problema, ni preocupación para los propietarios de estas parcelas, por los buenos resultados de producción que ofrecen hasta hoy estos cultivos, pero con la mecanización de las labores que se realizan en cada campaña traerán consecuencias negativas en la estructura el suelo y serios impedimentos en el desarrollo radicular del cultivo que hasta ahora no presentan inconvenientes. A pesar de esto los cultivos de esta comunidad no presentan problemas de compactación, talvez por los factores ya mencionados anteriormente. Sin embargo, el crecimiento de la población radicular es aceptable desde el punto de vista del rendimiento del cultivo. Según Gómez

(1973), considera que las variedades comerciales en buenas condiciones tienen su máxima concentración radicular entre 40 y 80 cm de profundidad.

Al respecto Rozeff, (1989) en el Seminario Interamericano de la caña de azúcar indica, que la caña de azúcar tiene capacidad de enraizar profundamente. Se beneficia cuando el suelo presenta una zona de raíces grande y la aireación adecuada. Sin una base sana de raíces la planta no puede desarrollarse ni sobrevivir, el productor debe ejercer control sobre factores como aireación, humedad y temperatura del suelo.

### **3.13.3 Penetración Radicular de la caña de azúcar, Comunidad Arrozales**

En el horizonte A<sub>1</sub> de la calicata BVI-1 (Cuadro 26.), encontramos la mayor concentración radicular, pero es importante mencionar que la profundidad de este horizonte es mayor a todos los demás horizontes (32 cm.), llegando a finalizar el espacio radicular en el horizonte B<sub>2</sub>, abarcando una exploración radicular total hasta aquí de 88 cm de profundidad.

La calicata BVI-2 es muy similar a la anterior (profundidad 93 cm.), pero el porcentaje de población radicular en el horizonte A<sub>1</sub> es menor. Sin embargo ya es una excelente distribución radicular que favorece bastante al cultivo. Gómez (1979), menciona al respecto que en suelos sueltos y con riego o precipitación bien distribuida, la penetración es profunda, pudiendo llegar hasta más de 1.80 m. Al efecto, Lee citado por Gómez (1979), ha encontrado estudios sobre profundidad y desarrollo del sistema radicular de la caña de azúcar, que el 80% de la masa radicular está concentrado a los primeros 60 centímetros de profundidad y 14 centímetros de radio; el resto sigue hacia abajo.

La calicata BVII-2 se caracteriza por tener la población radicular mejor distribuida, llegando a abarcar un total de 97 cm. de profundidad. La masa radicular que se presenta en esta terraza es la más típica del cultivo, las raíces presentan un aspecto vigoroso, siendo beneficiadas por la excelente retención de humedad con la que cuentan estos terrenos, a pesar de que en esta comunidad de Arrozales, se realiza el uso intensivo de maquinaria, es importante mencionar que estos suelos fueron sometidos a varias inundaciones como consecuencia del desborde del Río Grande de Tarija, como consecuencia de esto trae bastante material de arrastre, lo que con el tiempo llega a descomponerse en materia orgánica, elemento imprescindible para que estos suelos se mantengan en óptimas condiciones para el cultivo hasta ahora.

**Cuadro N° 26. Profundidad radicular de la caña, con uso intensivo de maquinaria en Arrozales.**

N° DE CALICATA	CODIGO	HORIZONTES				
		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
7	BVI-1	Tamaño: 6cm	Tamaño: 32cm E. R: *	Tamaño: 27cm E. R: **	Tamaño: 29cm E. R: ***	
8	BVI-2	Tamaño: 5,5cm	Tamaño: 12cm E. R: *	Tamaño: 28cm E. R: ***	Tamaño: 30cm E. R: ***	Tamaño: 23cm E.R: ***
9	BVII-2		Tamaño: 30cm E. R: *	Tamaño: 17cm E.R: **	Tamaño: 50cm E. R: ***	

FUENTE: Elaboración propia. E.R.: Exploración radicular.

\*\*\* = Pocas. Población radicular: Baja

\*\* = Comunes. Población radicular: Media

\* = Abundantes. Población radicular: Alta

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- El cultivo de la caña de azúcar constituye en el primer cultivo de gran importancia en las tres comunidades estudiadas y del municipio de Bermejo, considerando al Massey Ferguson de origen Brasileiro en primer lugar con el 47.2% y en tercer lugar esta de la Argentina con 17.1%, haciendo un total de 64.3%; este aspecto contribuye a una fácil reposición de las partes y repuestos, por la cercanía de los países. En cuanto a marcas, predomina Massey Ferguson (35.7%), seguido de Kubota (13%); Valmet(Valtrac), Shibaura, Fiat(8.6%) cada uno y Johnn Deere en sexto lugar con 7.1%.

También se llegó a apreciar que el mayor porcentaje (35.7%) de tractores existentes, que trabajan en las comunidades de Bermejo, esta enmarcadas entre 80-85 HP de potencia, seguido del (27.2%) de 70-75 HP y el (17.1%) con 90-95 HP; donde la diferencia de (HP) es por existir implementos de labranza de diferentes tamaños y números de piezas como ser en rastras desde 14 hasta 36 discos; además el (28.6%) son sencillos y el (71.4%) de doble tracción. Estos tractores se consideran adecuados para poder realizar las diferentes labores culturas en el cultivo de la caña de azúcar por el predominio de pequeñas y medianas parcelas en la región.

- En cuanto a la capacitación de los operadores en las comunidades Campo Grande, Arrozales y Porcelana, de la capacidad de los operadores de acuerdo al mantenimiento en la maquinaria y equipos utilizados en el cultivo de caña de azúcar no están en buenas condiciones, estado regular, el 37% de los operadores indica hacer cambio de aceite y filtro( aceite y combustible) sin considerar las horas de trabajo, pero que el 27.5% de los operadores realizan el cambio de aceite y filtro(combustible) cada 250 horas, seguido de un 25.0% lo realizan cada 300 horas, donde estos parámetros de 250 a 300 horas coinciden con los tiempos establecidos por el manual del operador MASSEY FERGUSSON (2003) para el cambio de aceite y filtro(combustible). Se

determinó que el 92.5% de los tractoristas realizan el engrasado de la maquinaria cada 7 días, el 5% cada 15 días y el 2.5% cada 100 horas.

El 72.5% de los operadores encuestados no realiza la limpieza de los implementos al cambiar de zona de trabajo, siendo un factor de diseminación de malezas; además no aplican las normas de seguridad poniendo en riesgo su integridad física. Esto se debe, probablemente a que al 90% (poco 37.5% y nada 52.5%) le falta capacitación; por tal razón, el 75% de los mismos, desean recibir capacitación profesional para el manejo y utilización de maquinaria y/o equipos agrícolas.

- En la preparación del terreno más adecuado de los implementos agrícolas para el cultivo de caña de azúcar, en las tres comunidades estudiadas sería de acuerdo a la mayoría de los productores cañeros donde en un 64.3% lo realizan de la siguiente forma: primero el romplaneado(2 pasadas), rastreado(2pasadas), surcada(1pasada) y cultivado(2pasadas), las pasadas de los implementos dependiendo de la textura del suelo(franco arenoso, limoso o arcilloso). Donde en el vecino país de Argentina (Tucumán) e igual que los productores del municipio de Bermejo afirman que ya no utilizan el arado de disco por abarcar poco espacio trabajo en mayor tiempo, en cambio con el romplow a profundidad mayor se realiza el mismo trabajo del arado de discos abarcando mayor superficie trabajada en menor tiempo. Al mismo tiempo damos un recomendación con una guía técnica de labores para la preparación del suelo para el cultivo donde sería; arado de vertedera en ves del arado de disco, luego el romplaneado o rastreado, surcado donde va posteriormente la siembra y ya una vez establecido el cultivo va el cultivado que sería el aporque al cultivo.
- En el horizonte  $A_0$  de las diferentes calicatas en las tres comunidades estudiadas se caracterizan por tener en la parte superior restos de cosecha (despunte, cogollos, malhoja), malezas y otro también sería las cenizas que quedan como consecuencia de la quema de la malhoja y buena materia orgánica. En la comunidad de Campo Grande se evidencio que en las tres calicatas que en el horizonte  $A_1$  (18cm),  $A_2$ (13cm)ubicada en la calicata AI-2(5cm) termina la exploración radicular en el horizonte  $B_1$  (17cm)llegando a una profundidad de 53 cm. En cambio en la comunidad de Porcelana es mayor la profundidad de las raíces, por ser suelos con buenas capacidad

de retención de agua que se encuentran disponibles para las raíces, en el horizonte B<sub>1</sub> (20cm) de la calicata AIV-2(6cm), horizonte A<sub>1</sub>(22cm), A<sub>2</sub>(15cm) donde el crecimiento radicular culmina en el horizonte B<sub>2</sub>,(32cm) apareciendo aquí las últimas raíces (95cm de profundidad). Terminando en la comunidad de Arrozales donde llega a una profundidad igual de buena, sumando los horizontes (A<sub>1</sub> 30cm, A<sub>2</sub>17cm, B<sub>1</sub> 50cm) siendo de 97cm explorada las raíces en la calicata BVII-2.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar trabajos de investigación incorporando otros implementos, como el subsolador y arado de cincel, para buscar alternativas de solución a los problemas de compactación debido al uso constante del arado de discos en las labores de preparación del terreno para el cultivo de la caña de azúcar en el municipio de Bermejo y el uso de maquinarias integrales (cosechadoras) por su alto tonelaje de peso y la presión que ejerce en el suelo en el momento de la cosecha mecanizada.
- Es importante la aplicación de trabajos de subsolado en los suelos de la comunidad Campo Grande por tener menor profundidad de las raíces de la caña por causa de compactación y en aquellos suelos con más de 7 años de cultivo con caña de azúcar a una profundidad mínima de 30 cm de profundidad de penetración el implemento agrícola a trabajar.
- Tomar en cuenta las recomendaciones técnicas y de desinfección de los implementos agrícolas, realizadas por los fabricantes y/o mecánicos especializados, en el trabajo conjunto del tractor agrícola (HP) y el tamaño, peso, del implemento a utilizar para un uso adecuado de la maquinaria en las mejores condiciones de funcionamiento.
- Que las autoridades o instituciones destinadas a proporcionar asistencia técnica a los productores y operadores de maquinaria a realizar cursos de capacitación en el uso de los implementos agrícolas e uso correcto del HOROMETRO para los diferentes cambios como ser; aceite motor, aceite hidráulico, engrasado, etc. y el tractor y a los productores en la preparación del terreno destinado al cultivo de la caña de azúcar.