

CAPITULO I

INTRODUCCION

Es un cultivo que se realizaba en la India desde 400 a.C. El sur de Europa abasteció de azúcar a todos los mercados del mundo, hasta que en 1420 se introdujo en Madeira y las Azores siendo entonces un gran competidor del Sur de Europa. Colon llegó con la caña de azúcar a la Española durante su segundo viaje al Nuevo Mundo, en 1493. Muy poco después fue llevada a Cuba y Puerto Rico, y algo más tarde a México, Perú y Brasil. Posteriormente en Argentina se cultivó en 1920, Luisiana en 1926. En la región de Bermejo alrededor de 1963 se comenzó con variedades mejoradas, llegando a constituirse en un polo de desarrollo que es necesario mantener (Humbert R. 1974).

El azúcar se obtiene a partir de una materia prima que es la caña de azúcar, la caña de azúcar se cultiva en los climas tropicales y subtropicales del mundo. Según datos de la FAO. 1992, la producción mundial de azúcar se concentra en Brasil e India. En Bolivia los cultivos de caña de azúcar se encuentran principalmente en el departamento de Santa Cruz y en segundo lugar en la región de Bermejo, departamento de Tarija.

LIBROSDELAGRO (2011), La producción de caña de azúcar reviste gran importancia no solo por su contribución al desarrollo agrícola e industrial, sino también por su capacidad para crear gran cantidad de empleos, además de la generación y captación de divisas y el suplemento calórico de la dieta alimentaria, producción de alcohol, componentes alimenticios para animales, bebidas gaseosas, papel, repostería y dulces.

La caña de azúcar es una planta tropical que se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados, ocupa un área de 20.42 millones de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 1,333 millones de toneladas métricas (FAO, 2003). Se trata de un recurso natural renovable, porque es fuente de azúcar, biocombustible, fibra, fertilizante y muchos otros productos y subproductos con sustentabilidad ecológica. Los principales subproductos de la industria azucarera son el bagazo y las melazas; éstas son el principal subproducto, es la

materia prima para la industria del alcohol y sus derivados. Actualmente, el exceso de bagazo es usado como materia prima para la industria del papel; además, en la mayoría de los molinos azucareros es factible como generar energía usando el bagazo de caña como combustible.

El área total de cultivo en el país se ubica en el entorno de las 110.000 hectáreas y la cantidad cosechada en torno de los 5 millones de toneladas. La cosecha se realiza entre los meses de mayo a noviembre. Normalmente se genera un volumen excedentario que se exporta a países de la región, tales como Colombia, Chile, Venezuela, Perú y actualmente a la República Argentina (monocultivos.com, 2009).

El cultivo de la caña de azúcar tiene requerimientos de agua, nutrientes, oxígeno en el suelo, características varietales y otros para ofrecer rendimientos económicamente interesantes. En ese sentido como todo cultivo puede manifestar un comportamiento distinto de acuerdo a la disponibilidad de fertilizantes, a la humedad presente en cada fase fenológica de su desarrollo como así también el desempeño de la variedad (Dillewijn C. 1952).

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

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

que fueron procesadas por el laboratorio de la Estación Obispo Colombres de Tucumán Argentina en base a los cuales se instalaron ensayos de densidades de plantación y fertilización de suelos en las zonas de porcelana bajo, propiedad de la familia Carrizo.

En la región de Bermejo la plantación de caña de azúcar se hace de la siguiente manera: se coloca la caña semilla en surcos previos limpiados de forma manual, colocando de 1, 2, 3 y 4 cañas a chorro continuo. Una vez que la caña está en el surco se procede al troceado dejando tallos de 0.30 a 0.40 m de longitud. El agricultor en Bermejo, en muchos casos no considera la época de siembras establecidas para realizar la plantación adecuada, por lo cual se realiza entre los meses de marzo, agosto, octubre, noviembre y diciembre. Se realiza las plantaciones fuera de la época (julio – agosto), debido a que se ocasionan una serie de pérdidas, por mayor competencia con las malezas, a escasez de humedad provoca que la nueva plantación este muy disminuida, acortando la vida del cañaveral.

1.1 Justificación.

Por lo que la producción del cultivo de caña de azúcar en esta región está sujeta a los posibles factores favorables de la naturaleza (lluvia y fertilidad del suelo), debido a que solo se dispone de agua de lluvia durante un periodo limitado y que los niveles de fertilidad de los suelos cañeros han bajado, si pensamos en una cosecha por sobre el punto de equilibrio, es necesario adecuar tecnologías tendentes a recuperar el nivel productivo, proponiendo una densidad de siembra apropiada en la época más apropiada e incorporando a los suelos los minerales esenciales para mejorar la producción.

Una densidad adecuada permite al cultivo nuevo establecerse a plenitud, no dejando espacios que pudieran ser ocupados por malezas que luego compiten por agua y nutrientes. Los elementos nutritivos de un fertilizante, necesarios para la joven planta, favorecen a mejorar la producción influyendo en la formación de abundante sistema radicular, desarrollo del cultivo y sirven a la planta para acumular azúcares o hidratos de carbono en el tallo comercial.

Es necesario hacer notar que una población óptima de brotes de caña por surco después de la siembra (plantación), amerita tomar en cuenta la importancia de la densidad de siembra, los elementos nutritivos que requiere el cultivo de caña de azúcar y la cantidad de agua que la misma requiere para cada etapa durante el desarrollo del cultivo para obtener una cosecha económicamente rentable.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

- Evaluar el efecto de la fertilización química en dos densidades plantación en el establecimiento del cultivo de caña de azúcar.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Evaluar la influencia de la fertilización sobre el rendimiento fabril y la calidad de los jugos de la caña de azúcar.
- Evaluar la influencia de la densidad de siembra del cultivo de caña de azúcar sobre la calidad y en rendimiento cultural.
- Determinar el mejor comportamiento de la interacción fertilizante y densidad en el establecimiento del cultivo de caña de azúcar toneladas por hectárea.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 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 de complejo sacharum es la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledaña a estas, por encontrarse allí el mayor número de especies (Alexander, 1973).

Mientras que Hambert (1974), Cuando Alejandro el Grande invadió la India en el año de 327 a de J.C. sus escribas anotaron que los habitantes “mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ninguna ayuda de las abejas”. La caña de azúcar llegó a Persia y después a Egipto a través de las invasiones Árabes. El uso del azúcar se difundió en Europa por extensión del cultivo de caña en región del Mediterráneo en el siglo XIII. Menos de 200 años Cristóbal Colón en su segundo viaje a América llevo algunos trozos de caña de azúcar, sembró por primera vez en Santo Domingo. Ya en el siglo XVI el azúcar era artículo importante de comercio entre Europa y las regiones productoras del Brasil, Cuba y México.

2.1.1 Distribución geográfica.

Danels y Roach (1987), señalan que la existencia de la caña de azúcar en la india y china puede situarse unos 6000 años a. de J. C. su empleo para la alimentación humana se remonta a 3000 a de 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 a de J. C.) y posteriormente después en Silicia, España y Marruecos. Este cultivo se desarrolló entre los años 1500 y 1600 en la mayoría de los países tropicales y sub-tropicales de América, y durante mucho tiempo ha sido la principal riqueza de las regiones.

2.2 Clasificación taxonómica.

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

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Angiospermae

Sub-clase: Monocotyledoneae

Súper Orden: Commelinidae

Orden: Commelinales

Familia: Poaceae

Nombre científico: *Saccharum officinarum L.*

2.3 Botánica de la caña de azúcar.

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

La raíz de la caña es de forma fibrosa, como una densa cabellera. La función principal del sistema radical es la de absorción de agua y sales minerales, para proporcionar anclaje y para almacenar materiales de reserva (Subiros, 1995). Morfológicamente en la caña de azúcar se distinguen dos tipos de raíces bien definidas; las que se denominan raíces del tallo (o caña semilla) y las raíces del brote. Las primeras tienen origen en los primordios radiculares, presentan las características típicas de las raíces fibrosas de las gramíneas. En cambio, las raíces del brote son gruesas y blanquecinas y de menos abundancia que las anteriores. (Fogliata, 1995).

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

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

Cuadro 1. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.

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

Fuente: Perafán, 2002

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso industrial como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña, otros constituyentes en cantidades secundarias pero no menos importantes en la caña de azúcar se encuentran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo.

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

Fuente: Perafán, 2002.

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

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

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

2.4 Variedades.

Cuando se selecciona el material para la siembra se debe conocer con certeza las características que presentan las diferentes variedades, que estas variedades se adapte a las condiciones del lugar donde se va a implantar un nuevo cañaveral, por eso se muestra en el Cuadro 3 las principales características de las variedades más adaptadas y cultivadas en el municipio de Bermejo.

Cuadro 3 principales características de las variedades de caña de azúcar más cultivadas en Bermejo.

Variedad	Nombre	Progenitor	Origen	Características botánicas				Características agronómica				Introducido A Bermejo
				Altura	Yema	Hoja	Florece	Tipo de suelo	Tolerancia a sequía	Susceptible	Maduración	
CP 48-103	CRIOLLA	CP 29-320 x CP 290	USA	2 m	Mediana redonda	Mediana angosta	Si	Franco arcilloso	Si	Mayoría de enfermedad	Tardía	Alfonso Gutiérrez
CP 65-357	VERDE	CP 52-68 x CP 52-15	USA	2.5 a 3 m	Ovoide	coposa	Si	Húmedos francos	Si	Carbón y mosaico	Extra temprana	Desde Tucumán
SP 70-1143	SAO PABLO	ISA 48-65 x DESCONOCIDO	BRASIL	2.5 a 3 m	Oval	Libres y anchas	No	Arenosos bajo fert.	Si	Escaldadura Carbón	Temprana	Desde Brasil
Tuc. 74-20	TUCUMANA	CP 71-400 x L 62-96	TUCUMAN (ARG.)	3 a 4 m	Ovalada pequeña	Mediana y anchas	Si	Franco arcilloso	Si	Carbón Escaldadura	Temprana a mediana	Desde Tucumán
NA 85-1602	NORTE (ARG.)	DESCONOCIDO	SALTA (ARG.)	2.5 a 3 m	Mediana redonda	Larga angosta	Si	Franco arcilloso	Si	Roya Carbón	Intermedia	Desde Tucumán
BTB 89-379	BERMEJO (BOL.)	Tuc 68-18 x POLI CRUZA	BREMEJO (BOL.)	2.5 a 3.5 m	Chica redonda	Mediana	No	Franco L franco A	Si	Desconoce	Tardía	Aníbal Villarreal
SP 70-1284	SAO PABLO	CV 1-76 x DESCONOCIDO	BRASIL	2.9 m	Ovalada	Larga ancha	No	Franco L franco A	Si	Mosaico	Intermedia	Desde Brasil

Fuente: Galean (2001).

2.5 Principales Productores de Caña de Azúcar en el Mundo.

La caña de azúcar ocupa un área de 20.42 millones de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 1333 millones de toneladas métricas (FAO, 2003). Según el Cuadro 4 se puede constatar que Brasil es el mayor productor de la caña de azúcar con una producción de 20.336.100 de T. Demostrando con estas cifras que son superiores a la producción de remolacha. Por otra parte Fogliata (1995), señala que la producción de azúcar proveniente de la caña es superior al azúcar que proviene la remolacha, indicando que en el año 1988 de un total de 104.053.000 t de la producción mundial, el 63.84% proviene de la caña de azúcar y un 37.15% proviene de la remolacha.

Cuadro 4. Principales países productores de caña de azúcar durante el año 2005

PAIS	TONELADAS METRICAS
Brasil	20.336.100
India	19.906.213
UnionEuropea	15.500.157
Estados Unidos	7.774.000
China	7.160.707
Mexico	5.613.529
Tailandia	5.370.310
Australia	4.768.350
Cuba	3.747.794
Pakistan	2.179.584

Fuente: Felipe Perafan G. (2005), Cali Colombia.

2.6 El cultivo de la Caña de Azúcar en Bolivia.

GUABIRA (2010), en Bolivia, la evolución en el cultivo de la caña desde los tiempos de la colonia, ha sido tan importante, como la evolución en la extracción del azúcar. Por esos tiempos, en Santa Cruz se plantaba un pedazo de caña llamado “estaca” o “tolete”, medio inclinado, en un hoyo que hacía el sembrador con un punzón de palo duro, que los chiquitanos denominaban “eré” actualmente, es sembrada en surcos donde es colocada horizontalmente, en pedazos que comúnmente contienen tres yemas.

GUABIRA (2010), en sus comienzos, la productividad en el campo era muy baja, debido a que los sembrados se hacía en “campos abiertos”, hasta que llegó un momento en el que se modificó totalmente esta costumbre, tal como señala en el año 1794 el entonces Gobernador de Santa Cruz don Francisco de Viedma: “De pocos años a esta parte se ha experimentado que los terrenos más fértiles y ventajosos para las plantas de caña, son donde se cría el monte o bosque más espeso”. ”Este descubrimiento se debe a unos morenos que desertaron de los dominios de los portugueses”. ”En términos de cosecha de azúcar excede en más de tres partes a la de los anteriores”

Cuadro 5. Producción de caña azúcar en Bolivia años 2005 – 2010

ZAFRA	SUP. CULTIVADA (HAS.)	PRODUCCIÓN TM	RTO. CULTURAL KGR/HA
2004 – 2005	108.283	5.094.085	47.044
2005 – 2006	115.511	5.786.076	50.091
2006 – 2007	136.341	6.429.700	47.159
2007 – 2008	151.139	7.458.808	49.351
2008 – 2009	156.115	7.803.800	49.988
2009 – 2010	152.716	5.891.788	38.580

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA 2008

Actualmente el cultivo se tiene zonificado distribuido en 12 zonas geográficas con un total de 89 853 ha de caña, con un rendimiento cultural promedio de aproximadamente 50 t/ha. Las zonas potenciales de Guabirá son la 4, 7 y 9.

2.7 El Cultivo de la Caña de Azúcar en Bermejo.

Erazo (2001), expresa que la caña de azúcar en la región de Bermejo se convierte en un cultivo de importancia, como consecuencia del foro realizado en la ciudad de Tarija auspiciado por la Facultad de Economía denominado “INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO” donde la Corporación Boliviana de Fomento, Institución Estatal que tiene a cargo este y muchos planes explica la etapa inicial de realizaciones en cuanto al ingenio Azucarero se refiere.

Erazo (2001), en cuanto al cultivo el Ing. Adolfo Linares (Presidente de la C. B. F.) explico diciendo: En esta materia se está avanzando con el programa de este año apenas significo el cultivo de 10 hectáreas de caña con la finalidad de producir semilla, que según estimaciones de los agrónomos nos dan semilla para 100 hectáreas. Se cultivara las 100 hectáreas, mas la semilla nueva que podría llegar de la Argentina, en el próximo año se cultivaría 1.000 hectáreas. Con lo que se puede realizar la zafra de prueba con 50% de capacidad.

Erazo (2001), explica en su tesis de maestría que, es indudable que el complejo de Bermejo a cargo de Sr. Ing. Edgar Coronado, dio un paso de singular importancia al haber hecho realidad las plantaciones de caña que en total, le permitirán cubrir su cuota de azúcar de 200.000 qq, salvo inconvenientes de orden fabril. Efectivamente, abarcando 519 ha propias de la Empresa (Ingenio Azucarero) y aproximadamente 700 ha de particulares, con altos rendimientos de campo que oscilan entre 90 a 100 T/ha prácticamente tiene asegurada la producción de azúcar fijada.

CNECA (1969 – 1970) menciona, en el año 1968 el nuevo ingenio ubicado en la localidad de Bermejo, Departamento de Tarija, hizo su molienda de prueba en base a la plantación de caña propia y de agricultores asentados en la zona. No obstante la buena calidad de caña, por efecto de inesperadas heladas se perdió muchas plantaciones en pleno estado de corte tanto del Ingenio como de Particulares. En fecha de 8 de junio de 1968 el Ingenio “STEPHEN LEIGH” dio inicio a su primera zafra habiendo concluido el 3 de octubre del mismo año.

Coreza (1998), hace notar que con el transcurso de los años y a través de CIMCA-BJO, se introdujeron tantas variedades que luego fueron recomendadas al productor, datos precisos para su expansión comercial, de ahí que, existe en Bermejo alrededor de 226 variedades CNECA – B (1987 – 1988) para una superficie relativamente pequeña que no necesitaba más allá de una 8 a 10 variedades, entre tempranas, intermedias y tardías, las más difundidas son: CP 48103, 75361, NA 5662, 5679, 78639, 843920. SP 701078, 701143 Y TUC7420, 7426, 7825, 7742.

2.8 Condiciones edafoclimáticas de la caña de azúcar.

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

2.8.1 Temperaturas.

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

Para Faucal (1975), la caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados, cuando prevalecen temperaturas altas, alcanza un gran crecimiento vegetativo. Se tiene reportes que a bajas temperaturas todas las variedades obtiene una menor

eficiencia y más baja proporción de desarrollo. Las temperaturas medias en el los meses más calurosos es superior a los 22°C, la media térmica en el mes más frío es inferior a los 18°C.

2.8.2 Precipitación.

Las precipitaciones adecuadas para este cultivo es de 1500 mm bien distribuido durante el periodo de crecimiento que por lo general es de nueve meses. La caña de azúcar la mayor disponibilidad de agua en la etapa de crecimiento y desarrollo, durante el periodo de maduración esto se debe reducirse, para restringir el crecimiento y lograr la acumulación de sacarosa (DGIEA 1991),

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

2.8.3 Suelo adecuado.

Es un cultivo muy plástico en cuanto a tipo de suelos, pues se han cultivado en una gran variedad de suelos, sin embargo, en los que mejores rendimientos ha dado es en los de migajón arcilloso, aunque es conveniente propender que los suelos se airen durante las labores de producción. Por otro lado debemos hacer notar que la topografía y la precipitación determinan, hasta cierto grado y cuando menos para que una determinada zona sea excelente productora de esta gramínea. Por ello se dice que, el cultivo puede hacerse en cualquier tipo de suelo, con tal de que tengan “buena estructura y fertilidad” (Fogliata, F. 1995)

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

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

2.9 Plantación de la caña.

Humbert R. (1974), señala que la semilla sexual pocas veces se utiliza para propagar la caña, porque se demoraría mucho tiempo en obtener plantas robustas y porque se generaría una mezcla de variedades. En la práctica se utilizan trozos de “caña semilla”. Los tamaños más convenientes de los trozos de tallo son de 25 a 35 cm. De longitud con dos a tres yemas, los tallos deben coincidir con el momento de la cosecha. Los mejores trozos para siembra o plantación se obtienen de plantas de 8 a 10 meses de edad. En resumen los peores son los demasiados viejos o muy jóvenes.

Villarroel, A. 1981, indica que la plantación de caña de azúcar es una de las labores agrícolas más importantes, pues, la vida del futuro cañaveral, es decir, su longevidad dependerá de la eficiencia o negligencia de esta tarea. Es necesario puntualizar la oportunidad de la ejecución de todas las actividades al cultivo, particularmente en la plantación.

2.9.1 Obtención de la caña planta (semilla).

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

DIECA (1994), indica que la semilla es un factor fundamental en el proceso productivo de toda actividad agrícola, requiere una atención especial, con el propósito de que el usuario disponga de suficiente cantidad y calidad de semilla de las variedades de caña más recomendadas, esto con el objeto de permitir maximizar la gestión empresarial del agricultor. La caña de azúcar se produce normalmente por esquejes, que son secciones del tallo que contiene entre dos y tres yemas laterales. Fisiológicamente se ha determinado que estas secciones son las que se usan en la reproducción vegetativa de los materiales genéticos, ejercen una influencia diferenciada sobre la germinación y desarrollo de la plantación comercial. El tallo de caña usado para la siembra tiene las yemas de más vigor en la parte superior (cogollo), ya que es donde hay más azúcares reductores como la glucosa y fructosa, que es lo que requiere la yema para un adecuado desarrollo. Todo lo contrario sucede con las yemas de la base, en cuyos entrenudos hay una alta concentración de sacarosa.

El mismo indica que debemos tener presente en la siembra de la semilla de caña de alta calidad: este es probablemente aspecto simple e importante que, los cañeros deben tener en cuenta para mejorar la producción. Por esta razón la producción de semilla debe ser una parte integral en el planeamiento de la plantación. Finalmente considera que la calidad de la semilla está determinada por la ausencia de enfermedades, pureza varietal y capacidad de germinación, por lo que las enfermedades más serias en el país son el carbón, mosaico, roya y raquitismo de la soca, las mismas que se pueden propagar al sembrar la semilla infectada.

Por su parte Subiros (1995), menciona que cuando se selecciona el material de siembra se debe tener certeza de que la variedad se adapte a las condiciones del lugar y en especial, que muestre las características morfológicas típicas de la variedad. Generalmente con frecuencia algunos productores descuidan estos aspectos y siembran sus plantaciones mezcladas con más de una variedad; obteniendo así una plantación desuniforme y en ocasiones esta mezclada, inclusive con variedades susceptibles a enfermedades. Si existe dudas se deben descartarse todos aquellos tallos que se encuentran fuera de las características de la variedad.

DGIEA (1991), señala que es importante que la caña semilla debe provenir de caña joven, de siete a nueve meses de edad y del primero o segundo corte como máximo, para asegurar una

brotación uniforme, evitar la resiembra y minimizar el combate de las malezas; otro aspecto a tener en cuenta es que si se deja transcurrir mucho tiempo entre el corte de la semilla y la siembra, puede disminuir la brotación, el tiempo máximo recomendado: cinco días después del corte, esto para evitar el raquitismo de la soca, que puede transmitirse a la siembra, además de los cuidados en el semillero y en el corte.

2.9.2 Época de plantación.

Villegas (1980), señala que los productores Tucumanos se inclinan en el 37.2% de los casos a plantar en agosto, y que el periodo de julio-septiembre es el más aprovechado, con el 74.4% de los casos analizados. En marzo solo se registran un 7.5% de plantación. Por esto Sánchez et-al (1985), indica que cuando no hay exceso de lluvia en el verano, las plantaciones de marzo son las mejores por que las temperaturas del suelo están próximas a los 20° C.

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

El agricultor en Bermejo, en muchos casos no considera la época de siembras establecidas para realizar la plantación adecuada, por lo cual se realiza entre los meses de marzo, agosto, octubre, noviembre y diciembre. Se realiza las plantaciones fuera de la época (julio – agosto), debido a que se ocasionan una serie de pérdidas, ya sea un bajo rendimiento cultural y mayor competencia con las malezas. La escasez de humedad provoca que la nueva plantación este muy disminuida, acortando la vida del cañaveral (Quiroga et-al., 1999).

2.9.3 Densidad de siembra.

Cerrizuela et al. (1977), encontraron que plantando una caña cruzada se requiere 4.8 T ha⁻¹, a dos cañas cruzadas 9.33 T ha⁻¹, a tres cañas cruzadas 12.70 T ha⁻¹ y a cuatro cañas cruzadas 16.30 T ha⁻¹. En Tucumán se encontraron tendencias definidas, se obtuvo mayor producción al

plantar con tres cañas cruzadas en comparación con dos cañas cruzadas. Las cañas troceadas cortas con tres a cuatro yemas, 0.55 m de longitud, resultaron superiores al trocado largo de cuatro a cinco yema y 0.65 m de longitud (Cochran et al., 1979).

Humbert (1968), menciona que en Lousiana (USA), por presentar una latitud similar que Tucumán, se considera que cuando las condiciones climáticas del invierno no son favorables la plantación por el bajo porcentaje de brotación (igual que en Tucumán), se aconseja trabajar con trozos más largos que contengan cinco yemas, mientras en las plantaciones de verano emplear trozos más cortos. Las experiencias de Clements (1980), han sido muy interesantes en los diferentes trabajos de investigación que hizo: la mejor brotación la obtuvo con pequeños trozos de una yema, pero esto no es practico en las plantaciones comerciales, al igual que al usar dos yemas por trozo. Por ello observo que con tres yemas se logró mejor resultado con el 80% de brotación, en tanto con cuatro a cinco yemas la brotación fue dispareja.

2.9.4 Preparación del terreno.

La preparación del suelo previo antes de realizar la siembra debe estar con sus correspondientes aradas y rastreadas, tiene por objeto eliminar malezas, enterrar los residuos de la cosecha y aflojar el suelo para la plantación, favorecer la absorción de agua y aire y permitir una normal estación radicular (Fogliata, 1995). Por otra parte en DGIEA (1991), menciona que la caña de azúcar es una planta perenne y su vida económica se prolonga durante varios ciclos, ya que perite cinco cortes (socas) o más, beneficio que se obtiene con una buena preparación del terreno. Por lo que es necesario realizar las labores siguientes para la preparación y adecuación de la tierra.

2.9.4.1 Arado.

Esta labor persigue romper y voltear la capa arable del terreno volviéndolo accesible para realizar las otras labores, a una profundidad de 0.25 m en suelos poco profundos y de 0.35 - 0.40 en suelos profundos, se debe efectuar en época seca, con arados de disco o vertedera o también con rastras pesadas tipo Rome (DGIEA, 1991).

2.9.4.2 Rastra.

Se utiliza para cortar, desterronar y voltear el suelo, has 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 (DGIEA, 1991).

2.9.4.3 Surcado.

Los surcos, si las condiciones de 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 zanjador o cuerpos. Los surcadores trabajan a una profundidad aproximada de 0.25 – 0.30 m y la tierra que desplaza hacia los lados forma un camellón que van entre los surcos (DGIEA, 1991).

La dirección de los surcos en terrenos planos no tiene mayor importancia, preferiblemente de 100 m. y callejones internos no menores de 5 m. de ancho. En terrenos ondulados o quebrados los surcos deben hacerse siguiendo Curvas de nivel, con el fin de prevenir la Erosión de los suelos por escorrentía (Villarreal, A. 1991).

2.9.4.4 Espaciamiento.

La distancia entre los surcos de caña depende de varios factores, pero principalmente varía de 1.0 a 2.5 m. En todo caso no se debe permitir el desarrollo de malezas por demasiado espaciamiento. Por lo que parece ser que 1.50 m. es lo ideal según el caso, (Cerrizuel, E. A. 1988). Según el Centro de Investigación y Mejoramiento de la Caña de Azúcar (CIMCA, 1991), para el caso de la zona cañera de Bermejo, la densidad de plantación depende de la época de ejecución de la plantación: si se hace en marzo – abril se planta dos hileras y si se hace en mayo – junio y octubre tres hileras, en todos los casos debe ir chorro continuo.

Del mismo modo el espesor de tierra sobre la caña semilla depende de la época de plantación; si se realiza en marzo – abril y octubre inclusive, la capa de tierra debe ser de 5 cm. y, si fuere en mayo – junio la capa debe ser de 10 cm. Después de la plantación se debe aplicar un herbicida pre – emergente total (surco y trocha). Esta labor debe hacer inmediatamente del tapado de la caña semilla, antes que desaparezca la humedad superficial del suelo. (CIMCA, 1981). La cantidad de semilla por hectárea esta alrededor de las 9,5 T ha⁻¹. En todo caso la mejor densidad de plantación es aquella que permite que las plantas cubran toda la superficie con su área foliar a un determinado estado de desarrollo, es decir, una población cerrada (Humbert, R. 1974).

2.9.5 Siembra (plantación).

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

2.10 Fertilización.

Dentro del manejo orientado al logro de cañaverales de alto rendimiento, la fertilización constituye una práctica cultural de importancia. Además, su elevado costo exige realizar una ejecución oportuna y efectiva para asegurar su máximo aprovechamiento. El éxito de la fertilización se expresará en el establecimiento temprano de una población inicial óptima y con distribución uniforme de tallos, asegurando la conformación de cañaverales con elevada población de tallos molibles y un excelente crecimiento y rendimiento.

Díaz y Portocarrero (2002), indica que la fertilización para caña planta y en para suelos arcillosos con o sin acceso de riego se realiza una fertilización complementaria a los cañales

con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra.

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independientes y específicos para cada finca ó lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Díaz y Portocarrero, 2002).

2.10.1 Importancia de los nutrientes para la caña de azúcar.

Los nutrientes esenciales para la caña de azúcar son 19 y pueden ser agrupados en tres grupos: los elementos no minerales (C, H y O), los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S y Si) requeridos en cantidades expresadas en % o en g/kg de peso seco y los micronutrientes (Fe, Zn, B, Cu, Cl, Mn, Ni, Na y Mo) requeridos en menores cantidades expresadas en % o en mg/kg de peso seco. (Romero et-al, 2012).

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

Romero (2004), en los estudios realizados en Tucumán-Argentina señala que la caña de azúcar presenta la respuesta a la fertilización nitrogenada, según la edad del cañaveral y la disminución de la producción esperable asociada con la no fertilización. Los resultados de su

estudio destaca que en la caña planta, solo se debe esperar respuesta en un 50% de los casos y se observan los menores incrementos. En cambio, las cañas socas presentan una respuesta segura y elevada a la fertilización e incluso las socas más viejas, al tener una menor capacidad de abastecerse de las reservas del suelo, muestran una elevada dependencia de la fertilización y pueden tener mayores caídas en sus producciones si no son fertilizadas con nitrógeno.

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

El suministro de nutrientes minerales para las plantas es el resultado de la interacción de dos fenómenos: la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la habilidad de las plantas de absorberlos. Para que se produzca la absorción de nutrientes, es necesario que exista un contacto efectivo entre las raíces y los iones del suelo, lo que ocurre en la denominada *rizosfera* (Romero et-al, 2012).

Las necesidades nutricionales de cualquier cañaveral están determinadas por la cantidad total de nutrientes que necesita extraer del suelo durante su crecimiento y desarrollo para lograr una elevada producción. La caña de azúcar posee altos requerimientos nutricionales debido a su elevada capacidad de producción de biomasa (tallos molibles, follaje, cepa y raíces), que puede significar entre 20 y 35 t ha⁻¹ de materia seca, y en peso fresco, un valor cercano o mayor a las 100 t/ha. Tal nivel productivo, asociado a la prolongada duración de su ciclo, implica una elevada extracción de nutrientes del suelo, que puede alcanzar niveles de 800-1500 kg por hectárea y por año. Los nutrientes que más extrae son potasio y silicio, luego en orden decreciente, nitrógeno, fósforo y los restantes macro y micronutrientes (Romero *et-al*, 2012).

Cuadro 6. Extracción de macronutrientes del suelo que realiza el cultivo para su producción.

Macronutrientes	Kg/ha/año
Nitrogeno	130 – 200
Fosforo	80 – 100
Potasio	300 – 350
Calcio	55 – 60
Magnesio	35 – 45
Silicio	200 – 300

Fuente: Romero *et- al* 2012.

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

2.10.1.1 Necesidades de nitrógeno.

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

Las fuentes de este elemento requerido están en: nitrato de sodio, sulfato de amonio, nitrato de amonio, urea y amoniaco ya sea como gas o disuelto en agua. Estos proveedores podrán ser incorporados superficialmente sólo cuando las yemas han brotado y las pequeñas plantas han alcanzado un tamaño tal, que se pueda considerar que tienen un sistema radicular

suficientemente grande para asimilar el fertilizante con rapidez, puesto que las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de las lluvias o el agua de riego, pueden ser considerables, especialmente si se utilizan nitratos, por ello no se debe aplicar toda la cantidad requerida en una sola vez, sino, dividida en dos aplicaciones (Conelison, A. H. 1941).

La primera puede hacerse en el momento de la plantación, pero sobre la tierra que cubre al cultivo, la segunda al aporque, cuando las plantas tiene unos 10 – 15 cm sobre el suelo. Las aplicaciones de nitrógeno se manifiestan sobre un mayor rendimiento, pero si se aplica en grandes cantidades disminuye el contenido de sacarosa. Por otro lado las hojas crecen demasiado grandes lo que favorece una mayor evaporación de agua del campo, esto puede ser peligroso sobre todo cuando se en suelos donde la sequía son muy críticos para el cultivo (Arzola, N. *et-al* 2000).

2.10.1.2 Necesidades de fosforo.

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

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

2.10.1.3 Necesidades de potasio.

Las fuentes comunes son: nitrato de potasio, sulfato de potasio, melazas, cenizas de madera, etc. Del mismo modo que en el caso del fosforo, el potasio generalmente se aplica al tiempo

de la siembra, aun cuando también se puede efectuar una aplicación posterior de un fertilizante soluble como el muriato o sulfato de potasio. Generalmente la mayor parte de los suelos contienen suficiente potasio para el desarrollo adecuado de las plantas. La acción más importante de este elemento es sobre el incremento en el contenido de sacarosa, solamente en suelos deficientes en dicho nutrimento (Humbert, R. 1974).

2.10.1.4 Necesidades de elementos secundarios: calcio, magnesio y azufre:

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

2.10.1.4 Necesidades de elementos menores.

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

2.10.1.5 Necesidades de materia orgánica.

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

2.11 Labores culturales.

2.11.1 Aporque.

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

2.11.2 Riego.

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

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

Cuadro 7. Frecuencia de riego en días según tipo de suelo.

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

Fuente: Pantaleón S. A. 2002

2.11.3 Control de malezas.

Después de del tapado de la caña semilla, se debe aplicar pre-emergente total (surco y trocha). Esta tarea debe hacerse inmediatamente, es decir antes que desaparezca la humedad superficial del suelo. En todo caso si se ha establecido correctamente no tendrá problemas de malezas, pero a veces es necesario manchonear, es decir, controlar pequeñas áreas que no fueron aplicadas correctamente los herbicidas. Sea manualmente o con otros métodos de control. Según el Centro de Investigación y Mejoramiento de la Caña de Azúcar de Bermejo (CIMCA-B, 1981) El control de malezas como se indica líneas anteriores, se puede hacer con herbicidas pre emergentes de malezas y cultivo, o, posteriores en pos emergencia temprana (Foliata, F. 1995).

2.11.4 Cosecha.

De manera superficial y sencilla se menciona la actividad de cosecha, que se realiza a 12 meses después de la siembra cuando se cultiva de forma anual, pueden hacerse ciclos de 18 meses para obtener mayores rendimientos por hectárea y la dilución de los costos en más tiempo de producción (Díaz y Portocarrero, 2002). La cosecha se realiza previo análisis sacarotécnico, mediante muestreo en campo y laboratorio. Desde los 12 °Brix (Foliata, F. 1995). El tema de la cosecha es de por si complicado en cualquier parte del mundo. Manejar mal la misma puede significar enormes pérdidas económicas al productor y desperdiciar los esfuerzos previos para conseguir buenos niveles productivos.

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

2.11.4.1 Cosecha de la caña en verde.

La cosecha de la caña en verde es una práctica muy aceptada en muchos países debido a los beneficios que esta presenta. Para la implementación en la región esta implica algunos retos para el sector, según las consideraciones de Cock (1995), director del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), quien afirma que la cosecha y el manejo de residuos en el campo son prioridades para la investigación. No obstante la implementación de la cosecha en verde traería beneficios, como el de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la infraestructura de los suelos y su fertilidad, sería menores requerimientos en agua como de herbicidas que se traducirían en mayores rendimientos de azúcar.

2.11.4.2 Cosecha de caña quemada.

Según CENICAÑA (1991), en esta actividad de la cosecha de la caña quemada se realizó en el Valle de Cauca (Colombia), a partir de la década de los 70. Años más tarde se implementó la quema de los residuos sobrantes. También menciona que en la actualidad la agricultura la agricultura moderna exige un equilibrio con la naturaleza, por ello la industria azucarera está considerando como una prioridad de investigación la cosecha de la caña en verde.

2.11.4.3 Cosecha y Transporte

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

4.12 Procesamiento de la caña de azúcar.

La extracción de azúcar se realiza prensando el tallo con un molino de rodillos llamado trapiche, inventado por el italiano Pietro Speciale en 1515 (NASS, 2002).

En la fábrica tiene lugar como fase inicial el pesaje, muestreo y el lavado de la caña, además se pasa a las picadoras y molinos, luego de prensar el tallo se separa el jugo y el bagazo siendo aproximadamente 30% compuesto por el cogollo, 35% de jugo y 35% de bagazo. El bagazo es caña deshidratada, compuesto por fibra de lignocelulosa y es utilizado para la alimentación animal después de un proceso de hidrolización a base de vapor, elaboración de abonos orgánicos o principalmente para su combustión y producción de energía destinada a la propia industria, como también la venta a terceros (Vélez, 2002).

El jugo de caña o guarapo es purificado con procesos químicos evitando su fermentación y descomposición. De la purificación se obtiene la cachaza que es un abono muy utilizado en la agricultura, actualmente tiene usos como producto de incorporación al suelo, medio de cultivo en viveros frutales y forestales. Este jugo es pesado para luego pasar a los procesos de calentamiento, clarificación y filtración, lo que permite separar los materiales diferentes a la sacarosa que se encuentran en el jugo. Luego se pasa por un proceso de evaporación donde se obtiene la meladura o jarabe que es depositado en tachos donde se procede a la cristalización y se obtiene una masa cocida que luego es centrifugada y separada de la miel, dando como resultado final el azúcar.

2.13 Plagas y enfermedades de la caña de azúcar.

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

2.13.1 Plagas.

2.13.1.1 *Fusarium moniliformis*,

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

2.13.1.2 Gusano cuarteador (*Mocislatipes*).

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

2.13.1.3 Barrenador (*Diatraeasacharalis*).

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

2.13.1.4 Oculito (*Ctenomyssp*).

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

2.13.2 Enfermedades.

2.13.2.1 Mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari*).

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

2.13.2.2 Roya (*Pucciniamelanocephala*).

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

2.13.2.3 Carbon (*Ustiligoscitamineasydow*).

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

2.13.2.4 Escaldadura de la hoja (*Xantomonasalbilineans*).

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

CAPITULO III.

MATERIALES Y METODOS.

3.1 Localización y ubicación geográfica del Municipio de Bermejo.

El municipio de Bermejo se encuentra ubicado en la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija a 175 Km. de la ciudad de Tarija. Geográficamente está entre las coordenadas 26°35'24" de latitud sur 64°14'16" de Longitud Oeste; con los siguientes límites: al Norte limita con la serranía de San Telmo y la colonia Ismael Montes, al este con el río Tarija y la república Argentina, y al Sur con las Juntas de San Antonio y la república Argentina. Situándose a una altitud media de 400 m.s.n.m. Tiene una extensión territorial de 380.90 km²., que representa 1,01% del territorio departamental, el municipio de Bermejo está conformado por nueve distritos; de los cuales, cinco pertenecen al área urbana (integradas por 27 barrios), y cuatro distritos al área Rural (Arrozales, Bermejo, Candaditos y Porcelana), constituidos por 25 comunidades (PDM, 2009).

Cuadro 8. Distritos del área rural del municipio de Bermejo

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

FUENTE: COMITÉ DE VIGILANCIA 2009 (*encuesta comunal*).

3.1.1 Ubicación.

Este trabajo fue realizado en la comunidad denominado El Nueve del municipio de Bermejo, capital de la segunda sección de la provincia Arce, la misma que está ubicada al Noreste de la ciudad, se utilizara los terrenos de la Sra. Bernardina Burgos, teniendo como limite al Norte, con Nilo Romero; al Sud, con Mario Cruz; al Este con Juan Cordero y al Oeste, con Marcelino Cari.

4.2 Aspectos físico – naturales del Municipio de Bermejo.

3.2.1 Características del Ecosistema.

3.2.1.1 Altitudes.

Las altitudes cambian desde los 420 hasta los 2190 m.s.n.m., condicionando el tipo de relieve, como por ejemplo: los terrenos muy escarpados, donde dominan las pendientes mayores al 60% y se encuentran a altitudes comprendidas entre los 1000 y 1500 m.s.n.m., que presenta rasgos erosivos por el rápido escurrimiento; Por otro lado están, los terrenos moderadamente escarpados, que presentan pendientes entre, el 15% al 60% con altitudes que varían entre 500 a 1000 m.s.n.m.

Cuadro 10. Superficie y unidades fisiográficas de Bermejo.

UNIDADES FISIAGRÁFICAS	SUP. (Has.)	%
Serranía media de disección moderna	8460.0	22.2
Serranía baja de disección moderada	5246.0	13.9
Colinas medias de disección fuerte	4774.4	12.5
Colina baja de disección moderada	2599.6	16.0
Terraza aluvial alta de disección ligera	9298.0	13.9
Complejo de terrazas aluviales de disección ligera	10864.0	2.9
Terraza aluvial baja	2375.4	6.2

FUENTE: PLAN DE USO DEL SUELO Y ORDENAMIENTO URBANO.

3.2.1.2 Relieve.

El Municipio situado a 175Km. de la ciudad de Tarija, está circundado por los ríos, de Bermejo y el grande de Tarija. Comprendiendo un complejo de terrazas aluviales de variabilidad ligera, que se localiza en las llanuras cercanas al río Bermejo, cubriendo las comunidades como: Candado Chico, Candado Grande y zonas adyacentes a Los Pozos. Este paisaje cuenta con, relieves planos e inclinados de pendientes menores al 5%; las terrazas son mucho más estrechas y de varios niveles, típico de los ríos de montañas PDM (2009).

3.2.1.3 Suelos.

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

CUADRO 10. Superficie ocupada según la clasificación de tierras.

CLASE	SUPERFICIE (Has.)
I	2.157,6
II	3.558,8
III	2.292,6
IV	298,8
V	790,0
VII	89,2
TOTAL	9.188,0

FUENTE: PLAN DE USO DE SUELOS Y ORDENAMIENTO URBANO SIM SRL.

3.2.2 Características Agroecológicas.

El clima que presenta el Municipio de Bermejo es denominado como sub tropical semihúmedo, con temperaturas máximas y mínimas extremas. En general las temperaturas pueden alcanzar los 45°C en los meses octubre, noviembre y diciembre; cuando se presentan los denominados surazos y una temperatura media anual de 22.5°C. (AASANA, 2012). 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 recibe un buen aporte de lluvias (OASI, 1998). La humedad relativa promedio mensual es mayor a 40%, pero se registran máximas hasta 94% (AASANA, 2012).

3.2.3 Características de la comunidad El Nueve.

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Bermejo PDM 2009, indican esta comunidad localizadas en el extremo nordeste de Bermejo, se caracteriza por presentar fisiografía de “Colinas medias de variabilidad fuerte”. Su relieve es moderadamente escarpado, con pendientes del 15% al 60 %); situadas a una altura de 500 a 1000 m.s.n.m., su escurrimiento superficial es muy rápido, provocando una erosión moderada. Sus suelos son de color pardo oscuro, de profundidad moderada a muy profunda, con texturas franco arenoso a franco arcillo-arenoso; presenta bloques sub-angulares de tamaño medio y de grado moderado a débil, en su superficie existen pocos afloramientos rocosos, alrededor del 5 %. Su pH es moderadamente ácido con una saturación de bases alrededor del 85%, la conductividad eléctrica y la presencia de sodio es muy baja y tiene una capacidad de intercambio catiónico media alta.

El suelo se caracteriza por tener una fertilidad natural buena, por la moderada presencia de materia orgánica. El sustrato rocoso subyacente, al igual que en las serranías, está dominado por rocas sedimentarias, recubierto por un manto de espesor variable de sedimentos coluvial-aluvial; litológicamente está conformada por limonita, arcillita, areniscas, calizas y otras rocas carbonatadas.

3.3 Materiales.

3.3.1 Material de campo.

- Tractor
- Azadón
- Pala
- Machetes
- Cuchillas
- Cinta métrica
- Balanza
- Fertilizantes (urea 46%)
- Mochila asperjadora de 20 L.
- Herbicidas

3.3.2 Material de gabinete.

- Computadora
- Bibliografías
- Impresora

3.3.3 Material vegetal.

- Caña semilla variedad Norte Argentino NA 85-1602.

3.4 Metodología.

El procedimiento metodológico que se aplicó para realizar este estudio fue el empleo de diseño de plantación con dos densidades y formas de fertilización de la misma, introduciendo conocimientos tecnológicos. Para ello se realizó un seguimiento mediante la observación directa en campo y personal, con el propósito de presentar una información de primera mano y confiable.

3.4.1 Selección del área de estudio.

Para llevar adelante este se seleccionó los terrenos de la comunidad El Nueve, el mismo que pertenece al distrito N° 6 del municipio de Bermejo. La finalidad fue probar en este, ya que estos terrenos presentan una topografía des-uniforme, terrenos con pendientes variados. Área en donde no se puede muchas usar maquinaria ni riego. La parcela en donde se probó es en una planicie en la loma alta.

3.4.2 Diseño experimental.

El diseño experimental que se utilizó en este trabajo de investigación es “Diseño de Bloques al azar con dos factores” o “Bifactorial”, con arreglo factorial de (2 * 4), obteniendo ocho tratamientos con tres repeticiones. El diseño estuvo compuesto de 24 unidades experimentales, cada unidad experimental con una dimensión de 10 m de largo por 4,5 m de

ancho (45 m²). La superficie total del diseño experimental y total de terreno que se utilizó fue de 1080 m². Todas las unidades experimentales estuvieron delimitadas por estacas, el espacio que separa cada unidad experimental fue de 1 m a cada lado. Cada unidad experimental conformada por tres surcos, la distancia de surco a surco fue de 1.50 m.

3.4.2.1 Tratamientos.

Los tratamientos estuvieron conformados por la combinación de cuatro dosis de fertilización en dos densidades de plantación, cada tratamiento: T1 (D1 F0), T2 (D1 F1), T3 (D1 F2), T4 (D2 F3), T5 (D2 F0), T6 (D2 F1), T7 (D2 F2) y T8 (D2 F3) con tres repeticiones obteniendo un total de ocho parcelas tratadas obteniendo un total de 24 parcelas en el ensayo (Anexo 2). Los factores que se utilizaron en los tratamientos del ensayo fueron los siguientes:

$$D 1 = 12.70 \text{ t ha}^{-1}$$

$$D 2 = 9.33 \text{ t ha}^{-1}$$

$$F 0 = 00 - 00 - 00 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)}$$

$$F 1 = 71 - 00 - 00 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)}$$

$$F 2 = 106.5 - 00 - 00 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} + 50 \% F 1$$

$$F 3 = 35.5 - 00 - 00 \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} - 50 \% F 1$$

La caña de azúcar que se utilizó es la variedad Norte Argentino (NA 85-1602), se optó por utilizar esta variedad por las buenas características agronómicas que presenta en los rendimientos y calidad a comparación con la variedad criolla que es cultivada por lo general en esta zona, además que se está difundiendo ampliamente en el área cañera de la región y es resistente a factores adversos de clima y suelo (Galean O. 2007).

3.4.3 Establecimiento del ensayo.

3.4.3.1 Análisis de suelo.

Se realizó la recolección de muestra de suelo para llevar al laboratorio de la Gobernación del Departamento de Tarija Sección-Bermejo el 07 de octubre del 2012 para así de esa manera conocer con certeza la composición química y física del lote y aplicar correctamente las dosis

correctas según el requerimiento del cultivo de caña de azúcar. Los resultados de los análisis químico - físico del suelo (ANEXO 3) con la fórmula que se presenta a continuación son interpretados y presentados en Kg ha⁻¹ como se puede observar en el Cuadro 11 y Cuadro 12.

$$\text{Ha}^{-1} * \text{Prof.} * \text{Da} * \text{Kg N}$$

Ejemplo 1. $10000 \text{ m}^2 * 0.30 \text{ m} * 1720 \text{ Kg/m}^3 * 0.00073 \text{ Kg N} = 3766.80 \text{ Kg N}$

$$100 \% \text{ ----- } 3766.80 \text{ Kg N}$$

$$1.5 \% \text{ ----- } X = 56.502 \text{ Kg N}$$

Ejemplo 2. $10000 \text{ m}^2 * 0.30 \text{ m} * 1720 \text{ Kg/m}^3 * 0.0000104 \text{ Kg P} = 53.664 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ P}$

$$53.664 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ P} * 2.30 = 123.43$$

Ejemplo 3. $10000 \text{ m}^2 * 0.30 \text{ m} * 1720 \text{ Kg/m}^3 * 0.0000832 \text{ Kg K} = 429.312 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ K}$

Ejemplo 4. $10000 \text{ m}^2 * 0.30 \text{ m} * 1720 \text{ Kg/m}^3 * 0.01057 \text{ Kg M.O} = 54541.2 \text{ Kg}$

Cuadro 11. Resultados del análisis químico del suelo.

Nº de laboratorio.	Prof. cm.	pH	K Kg/ha	P Kg/ha	N Kg/ha	MO Kg/ha
0.0202/12	30	7.42	429	123	57	54541.2

Cuadro 12. Resultados del análisis físico del suelo.

Nº de laboratorio.	Prof. cm.	Da. g/cc	Textura
0.0202/12	30	1.72	Y

Fuente: elaboración propia.

MO: Materia orgánica

N:	Nitrógeno
P:	Fosforo
K:	Potasio
Da:	Densidad aparente
Y:	Arcilloso

3.4.4.2 Preparación de terreno.

En las anteriores gestiones el terreno estuvo ocupado con caña de azúcar, con la variedad criolla luego de cosechar se hizo la limpieza quemando maloja y se procede a la preparación del suelo con sus correspondientes aradas y rastreadas teniendo por objeto eliminar las malezas, enterrar los residuos de la cosecha y aflojar el suelo para luego surcar y sembrar, esto favorece a la absorción del agua y aire y permite una normal expansión radicular del cultivo.

3.4.4.1.1 Arado y rastreado.

Esta labor comienza a realizarse el 15 de octubre del 2012, por las condiciones topografía que presenta este terreno se procedió a realizar tres pasadas de aradas de modo que se pueda retirar restos del anterior cultivo, aflorar completamente el terreno y nivelar. La rastreada de igual forma fue repasada ya que la textura de este terreno es arcillosa y se observó bastante presencia terrones, pero que se trató de descomponerlo con esta labor.

3.4.4.1.2 Surcado.

El día tres de noviembre del 2012 se procede a abrir los surcos utilizando maquinaria agrícola, a una distancia de surco a surco es de 1.50 m y una profundidad de 0.40 m. luego de terminar con esta labor se procedió a sacar dimensiones para la aplicación del diseño experimental, haciendo delimitaciones de las parcelas con estacas. Cada parcela con tres surcos de 10 m de largo cada uno.

3.4.4.1.3 Plantación.

Para esta actividad y por ser la etapa más importante, con miras a obtener la mejor producción se procedió con los siguientes pasos:

1.- Obtención de caña semilla.- La variedad de caña semilla que se utilizó en esta investigación es la (NA 85-1602), la caña semilla se cortó el día 12 de noviembre y la procedencia de la compra de esta caña semilla (plantilla) es de la comunidad Colonia Linares. Se cortó y se trasladó el mismo día hasta el terreno.

2.- Plantación del cañaveral.- Los días 13 y 14 de noviembre del 2012 se dio inicio a la plantación en la caña en las parcelas, primeramente se procedió a relimpiar los surcos, pelado de la caña y posteriormente se coló la caña semilla dentro del surco, en forma de chorro continuo y troceando a una longitud de 0.35 a 0.45m.

3.- Cuento de yemas.- Esta misma fecha antes de tapar, se procedió al conteo de las yemas que entra en cada surco y se calcula número de yemas plantados por parcela y en las tres parcelas y así determinar el % de brotación y finalmente se procede a tapar con un espesor de aproximada de 0.10 m. estos datos se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Cantidad de semilla utilizada y número de yemas/densidad de siembra.

Densidades	N° de yemas plantados		
	En surco 10 m	En una parcela 45m ²	En tres parcelas 135m ²
D1 (3cañas)	232	696	2088
D2 (2cañas)	149	447	1341

Fuente: Elaboración propia (2013)

La cantidad de caña semilla que se ocupó para una densidad de tres cañas cruzadas fue de 12.70 T ha⁻¹ y para la densidad de dos cañas cruzadas de 9.33 T ha⁻¹.

3.4.4.3 Fertilización.

La fertilización se realizó de acuerdo con la bibliografía de Fogliata (1995) y Romero (2012), que indican y que los requerimiento de los minerales N – P – K, en el cultivo de caña de azúcar es de 2.13 Kg/T – 0.90 Kg/T – 5.45 Kg/T, y poder tener un rendimiento de 60 T/Ha, se toma la recomendación de estos autores ya que los datos son reportados de estudios realizados en Tucumán-Argentina y es el que está más próximo a la región de Bermejo. La fertilización se lo realizo el día 13 de diciembre donde existía una humedad adecuada.

Analizando los resultados del análisis químicos del suelo datos que se puede observar en el Cuadro 8 se puede detectar que solo requiere la aplicación de Nitrógeno, según el requerimiento del cultivo en Kg/ ha de N – P – K, según Fogliata (1995) y Romero (2012), es de 128 (kg ha⁻¹) de N, 54(kg ha⁻¹) kg/ha P y 327 (kg ha⁻¹) K. En el tratamiento uno (F1) se aplicó lo necesario, es decir solo para cumplir con el requerimiento del cultivo según los datos del análisis previo del suelo que se ha realizado y que es de 71 (kg ha⁻¹) N, 00 (kg ha⁻¹)P y 00 (kg ha⁻¹)K. en el tratamiento dos (F2), se aplicó más el 50% que en el (F1) 106.5 (kg ha⁻¹)N, 00 (kg ha⁻¹)P y 00 (kg ha⁻¹)K y en el tratamiento tres (F3) se aplicó menos el 50% que el (F1) 35.5 (kg ha⁻¹)N, 00 (kg ha⁻¹)kg/ha P y 00 (kg ha⁻¹)K .

La fertilización se realiza a los 33 días de la plantación (16 de diciembre 2012), cuando las plantas tenían una altura promedio de 11 a 15 cm. Díaz y Portocarrero (2002), indica que la fertilización para caña planta y en para suelos arcillosos con o sin acceso de riego se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Para el caso de esta investigación, se realiza la fertilización a este tiempo, porque la siembra fue un tanto tardía, y como las plantas se estaban desarrollando rápido por las altas temperaturas y precipitaciones que se suscitaron en este periodo.

3.4.4 Manejo del ensayo.

3.4.4.1Control de malezas.

El control de malezas se lo realizo en dos oportunidades y de dos formas, el primer control que se realizo fue el químico, donde se utilizó los herbicidas Ametrex 80 WG combinado con el 2,4-D, a dosis 2 Kg ha⁻¹ y 1 L ha⁻¹ la aplicación se lo realiza a los 19 días después de la plantación, donde por la humedad alta que se tenía en este mes ya se observaba malezas, y para evitar la competencia con la caña de azúcar se lo controla a tiempo utilizando los productos nombrados, ya que estos actúan como pre y pos emergente, para ello se utilizó una mochila asperjadora de 20 L.

El segundo control se lo realiza de forma manual utilizando machetes, mismo que se realizó en los primeros días de abril, ya que se observaba malezas, aunque no en abundancia. Las malezas que se observaron durante el ensayo fueron:

Santa lucia (*commelinadiffusa*).

Verdolaga (*portulacaoleracea*)

Leccherita o leche leche (*Euphorbiaheterophylla*)

Pata de gallina (*Digitariaciliaris*)

Rogelia (*Rottboelliaexaltata*)

Gramma (*Cynodondactylon*)

Cebollín (*Cyperusrotundus*)

3.4.4.2 Cosecha.

Se procede a realizar la cosecha cuando la caña tenía 10 meses (20 de agosto), para proceder a cosechar primeramente se ha la quema de todo el cañaveral, luego se procede a cortar y preparar las brazadas de forma manual, utilizando para esta labor macheta y cuchillas, luego de completar la carga se procede a cargar en camión cañero para que la misma sea trasladado a la fábrica para su respectivo proceso.

3.5 Variables estudiadas.

3.5.1 fases fenológicas.

1.- % de brotación.- Se determinara según el número de yemas plantadas y el número de yemas brotadas o nacidas, la toma de datos se lo realizo a los 30 días y otro a los 50 días momento en las plantas llegan al macollamiento.

$$\% \text{ de brotación} = \text{N}^\circ \text{ total de yemas brotadas} / \text{total de yemas plantados} * 100$$

2.- Numero de tallos.- Se procedió al conteo del total de tallos que existía dentro de los 10 m lineales, distancia del surco de cada unidad experimental y se determina en tallos/ha.

3.- Curva de crecimiento.- Para esto se seleccionara 10 plantas al azar por unidad experimental, y procederá a medir con una cinta métrica desde el cuello de la raíz hasta la primera.

3.5.2 Características agronómicas.

Rendimiento cultural.- Se procedió a pesar toda la caña que había dentro los ocho metros lineales de cada tratamiento y se compara entre todos y luego se determinara cual tratamiento es mejor, cual tiene mejor peso en T ha⁻¹.

Rendimiento fabril.- Para poder calcular se utilizó la formula internacional Winter y Carpy se saca el rendimiento total en azúcar en qq/t y consecuentemente se calcula qq ha⁻¹, según los resultados del rendimiento cultural.

$$R = (1,40 - 40 / \text{pza } \%) \times \text{Pol } \% \times 0,7$$

Grados Brix.- Se llevó cinco tallos/unidad experimental al laboratorio del Ingenio Azucarero de Bermejo donde se midió el porcentaje de sacarosa que contiene cada tratamiento.

% Pol.- De las mismas muestras se sacó, midió y se calcula el % de Pol.

% Pureza.- De los resultados de °Brix y % de Pol se obtiene el porcentaje de pureza.

3.6 Tabulación y análisis de datos.

Los resultados son presentados en cuadros y gráficos argumentando el significado y la interpretación. También se aplicó el análisis de varianza ANVA al 1 y 5 % para detectar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos. También se realizó la prueba de rangos múltiples Duncan y determinar el mejor tratamiento.

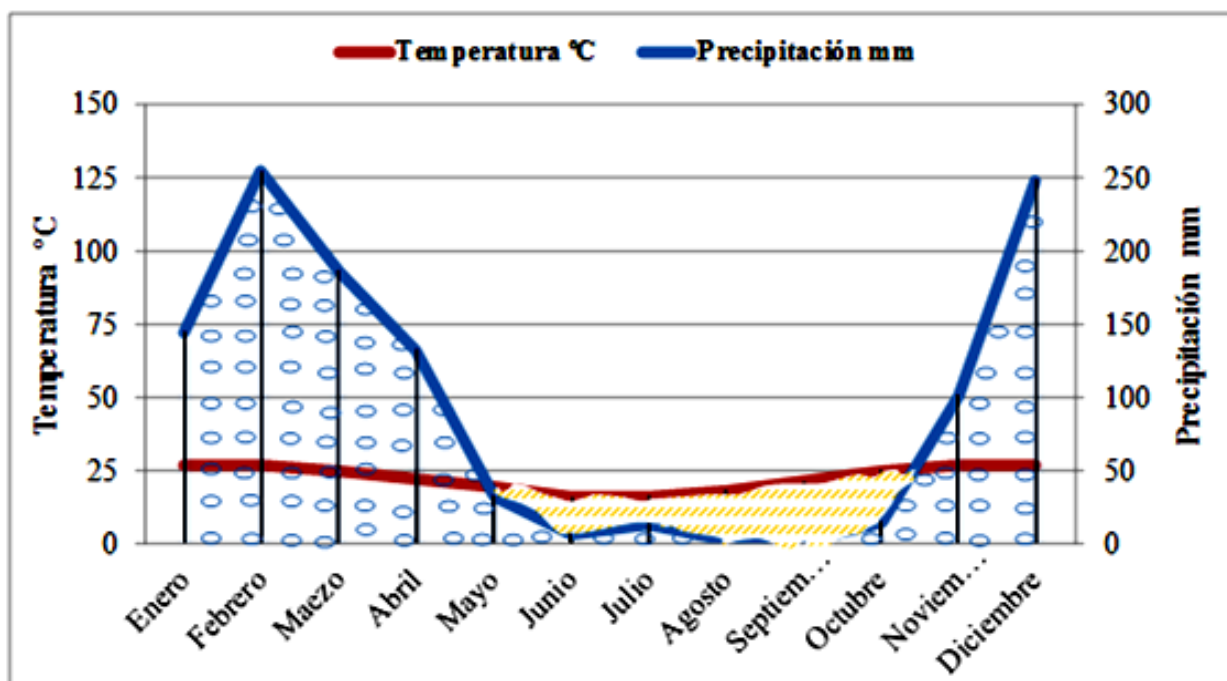
CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Factores climatológicos.

Los diferentes factores climáticos influyen en el desarrollo de los cultivos ya sea directa o indirectamente, ocasionando pérdidas parciales, totales y/o disminución en los rendimientos; debido, principalmente, a las variaciones de temperatura (bajas o elevadas) y precipitación pluvial (inundaciones y sequía) que se presentan en determinadas épocas del año. Por esta razón, en el presente estudio se consideró analizar la temperatura y precipitación pluvial registradas en todo el periodo que duró el ensayo de campo, con el fin de establecer una relación con la fertilización y la densidad del cultivo. Como se puede observar en el Grafico 1, los cultivos sufren los escasos de agua desde el mes mayo hasta octubre, se tiene registros de 00.00 precipitaciones (sequia) y temperaturas bajo 0°C (heladas).

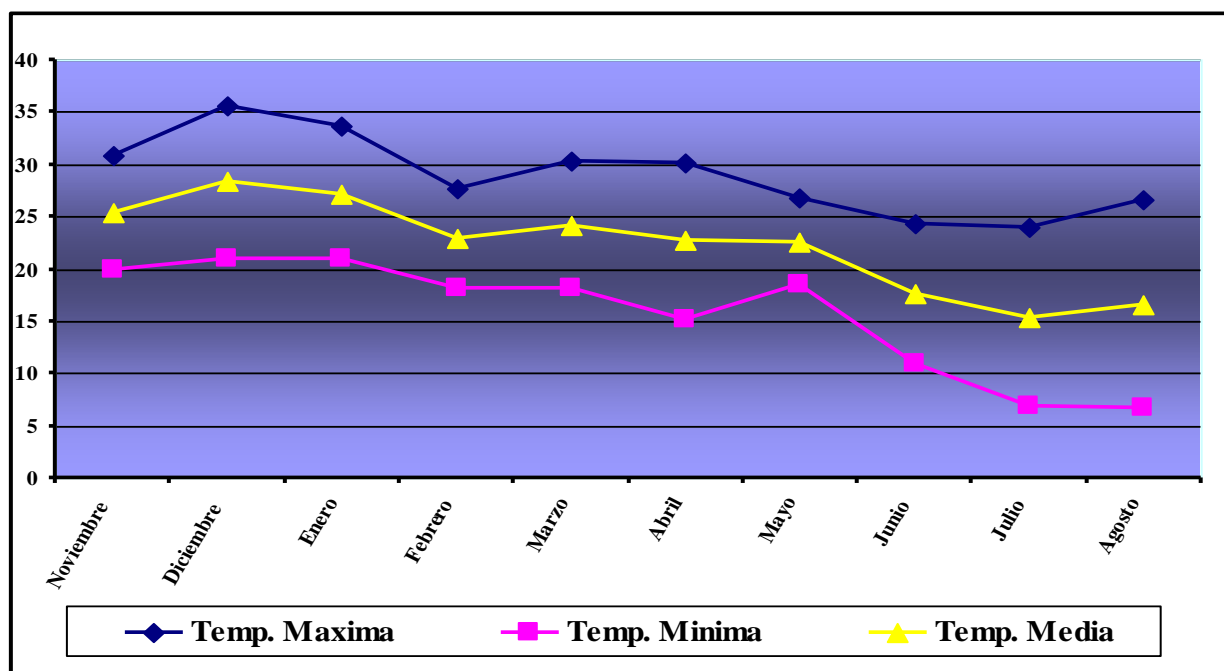
Grafico 1. Climatograma de temperatura y precipitaciones de Bermejo.



AASANA (2008 - 2012)

4.1.1 Temperaturas.

Grafico 2. Temperaturas registradas durante el ensayo.



AASANA (2012-2013)

Los datos climatológicos fueron tomados de la Estación Meteorológica de AASANA la misma que se encuentra aproximadamente a 10.00 km de la comunidad El Nueve, lugar donde se estableció el ensayo. La temperatura promedio mensual registradas durante el ensayo en campo fueron variables, siendo la máxima registrada de 35.6°C en el mes de diciembre y la temperatura mínima registrada fue de 6.7°C en el mes de agosto, teniendo una media general de 21.15°C. Durante el ensayo también observo el fenómeno natural de “helada” primero en el mes de julio Temperaturas de -4°C , y la segunda en agosto Temperaturas de -2°C . Al respecto Sánchez (2004), también menciona que la caña de azúcar es un cultivo tropical y aunque se siembra en zonas subtropicales prospera mejor en regiones cálidas y soleadas. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la caña de azúcar varían entre 25 y 28°C, una temperatura alta junto con altas humedades del suelo y del aire, favorecen el desarrollo vegetativo mientras que el tiempo seco y fresco promueve la maduración

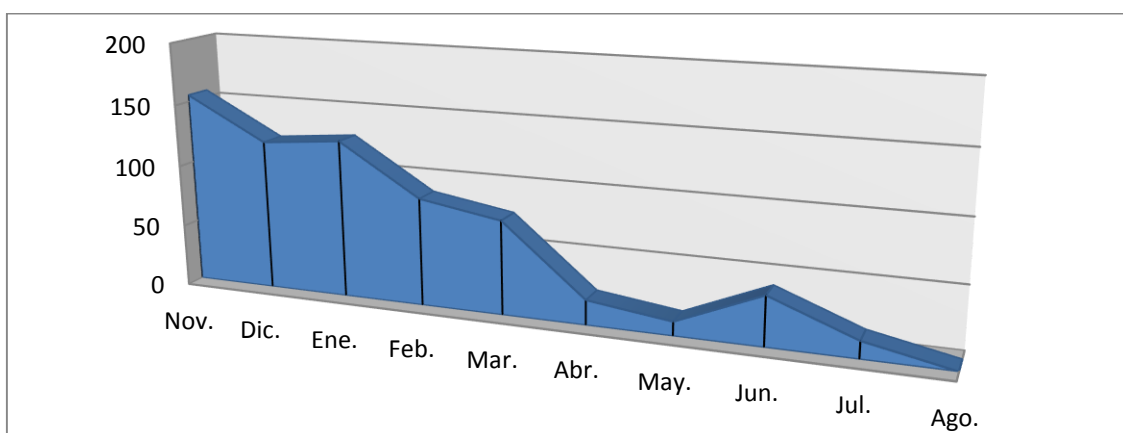
DGIEA (1991), señala que la caña de azúcar requiere altas temperaturas durante el periodo de crecimiento y bajas temperaturas durante el periodo de maduración. Mientras grande sea la diferencia de las temperaturas máximas y mínimas durante la maduración mayor serán las posibilidades de obtener jugos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

4.1.2 Precipitación.

La caña de azúcar puede prosperar en una amplia diversidad de zonas con diferentes regímenes de lluvia. El suministro de agua, sea en forma natural o mediante riego, se debe aportar el periodo de crecimiento. Cruz *et al.* (2005), indica que la caña de azúcar requiere una precipitación promedio de 1200 a 1500 mm anuales, distribuidos de la mejor manera posible durante el periodo vegetativo de tal forma que durante esta etapa siempre se disponga de agua suficiente.

Humbert (1976), haciendo referencia a Cornelison afirma que al bajar en dos tercios, aproximadamente, la humedad aprovechable del suelo, el crecimiento de la caña reduce a la mitad de lo normal, puesto que ejerce una influencia dominante en aquélla, también se encontraron muchas correlaciones entre la lluvia y los rendimientos.

Grafico 3. Precipitación durante el ensayo.



AASANA (2012-2013)

El Grafico 3, muestra que se presentó mayor precipitación en el mes de Noviembre con 155.3 mm, la misma que fue descendiendo considerablemente cada mes, hasta que en el mes de agosto se registró 00 mm de precipitación, total de precipitación registradas durante el transcurso del ensayo fue de 650.6 mm, durante los 10 meses que duro el ensayo desde la plantación hasta el momento de la cosecha (Anexo 7), esta precipitación no cubre lo que realmente requiere el cultivo de caña azúcar en sus diferentes etapas, la baja precipitación es factor que influye directamente en el rendimiento cultural ya que la planta requiere bastante agua y por la topografía del terreno y la zona no se pudo adicionar el riego.

Nuestra zona presenta las precipitaciones requeridas por el cultivo, pero las mismas no están bien distribuidas en las distintas estaciones, por lo cual representa un problema para el sector cañero, ya que el periodo de sequía empieza en el de mayo y culmina en el mes de octubre, las escasas hídricas afecta la brotación, es por ello que se hace mención que muchas de las yemas no emergen e incluso llegan a morir antes de la emersión de los brotes.

Las precipitaciones adecuadas para este cultivo son de 1500 mm bien distribuido durante el periodo de crecimiento que por lo general es de nueve meses. La caña de azúcar la mayor disponibilidad de agua en la etapa de crecimiento y desarrollo, durante el periodo de maduración esto se debe reducirse, para restringir el crecimiento y lograr la acumulación de sacarosa (DGIEA 1991).

4.2 Fase fenológico del cultivo.

4.2.1 Porcentaje de brotación.

Cuadro 14. Numero de yemas emergidos (%).

Densidades	N° de yemas plantados		N° de yemas emergidos		% total emergencia
	10 m	45m ²	30 días	50 días	
D1(3cañas)	232	696	155	465.9	66.94
D2(2cañas)	149	447	117	324.9	72.68

En el Cuadro 14, se puede observar el porcentaje de brotación en las dos diferentes densidades. Para ello se calculó el total de yemas sembrados entre el total de yemas emergidas, con la D1 (tres cañas cruzadas), se obtuvo 66.94 % de brotación o yemas emergidas, en la segunda densidad D 2 (dos cañas cruzadas), se obtuvo 72.68 % de brotación. En este caso la D 2 (dos cañas cruzadas), tuvo mejor comportamiento que la D 1 (tres cañas cruzadas), con una diferencia de solo de 5.74%.

Se considera que la época de siembra y humedad del suelo son factores que contribuyen a tener un mayor porcentaje de brotación. Lo que coincide con estudios realizados en Tucumán por Romero (2002) y Romero *et al.* (2005), quienes encontraron que la fecha de plantación y corte fue el principal factor que afectó la emergencia y el crecimiento inicial de caña planta y soca 1. Las plantaciones de mayo – agosto presentaron el menor porcentaje y tasa de emergencia de brotes y la mayor duración de esta fase. En tanto que las de noviembre tuvieron mayor porcentaje y tasa de emergencia, y por lo tanto, menor duración de la fase.

Al respecto, Romero (2002), indica que en las plantaciones de mayo la caña comenzó a brotar alrededor de los 89 días de plantada, en cambio en las de agosto y octubre la emergencia se inició a los 33 y 31 días respectivamente bajo las condiciones adecuadas de temperatura. Por otra parte, Rand y Dobb (1938), citados por Sánchez (2004), indican que la temperatura de 21°C es marginal para la brotación, retardando el brote de las yemas, y temperaturas menores de 10°C la inhiben totalmente. Galeán (2007), citando a Dillewinj (1952), menciona que en experimentos realizados en Louisiana, con variedades subtropicales, encontró que la temperatura óptima para la mejor brotación fue de 29°C.

4.2.2 Número de tallos.

Como se puede observar en el Cuadro 15, se puede determinar el rendimiento en número de tallos, tallos que son comerciales y están listos para ser cortado y llevado al Ingenio Azucarero para ser procesado, en el estudio del número de tallos, se realiza en los 10 m lineales, que es la dimensión de los surcos de cada unidad experimental, este dato es multiplicado por el número de surcos de cada unidad experimental posteriormente estos datos son transformados a número de tallos por hectárea.

Cuadro 15. Numero de tallos ha⁻¹.

Tratamientos	Repeticiones			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
D1F0 (T1)	73333.33	72000.00	68000.00	213333.33	71111.11
D1F1 (T2)	67333.33	79333.33	75333.33	221999.99	74000.00
D1F2 (T3)	74000.00	60000.00	64000.00	198000.00	66000.00
D1F3 (T4)	70000.00	80000.00	66666.67	216666.67	72222.22
D2F0 (T5)	64000.00	73333.33	60000.00	197333.33	65777.78
D2F1 (T6)	66000.00	62666.67	59333.33	188000.00	62666.67
D2F2 (T7)	69333.33	64666.67	60666.67	194666.67	64888.89
D2F3 (T8)	72000.00	61333.33	58000.00	191333.33	63777.78

Se puede notar claramente observando el Cuadro 15, que tuvo mejor comportamiento T₂ (D1F1) donde se registraron 74000.00 tallos ha⁻¹, a pesar de ello los datos son evaluados con el análisis estadístico de ANVA, para determinar si existe diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 16. Análisis de Varianza (número de tallos ha⁻¹).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	308851600	15442580	2.866 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	380452900	5.4350410	1.579 NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	257851400	2.57851400	7.490 *	4.49	8.53
Fertilización (B)	3	36306950	1.2102320	0.352 NS	3.24	5.29
(AxB)	3	86294520	2.8764840	0.836 NS	3.24	5.29
Error	16	550805500	3.4425350			
Total	23	110461300000				

Media General = 67555.5600

Coefficiente de Variación = 8.69 %

El Cuadro 16, nos muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos o interacción de ambos factores (D y F), tampoco existe diferencia en el factor de fertilización, pero si existe diferencia significativa en el factor densidad. La interpretación de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5%, confirmo que los tratamientos difieren uno del otro. Tomando en cuenta estos resultados podemos indicar que se puede trabajar aplicando lo necesario para el cultivo y evitar gastos irre recuperables.

Los datos que reporta esta investigación indica que existe diferencia significativa entre el factor A (densidades), es por ello que se procede descomponer por factores y comparar las medias de las densidades dentro de las diferentes dosis de fertilización aplicado, así detallar la diferencia que existe y según la prueba del Duncan al 1% y 5%.

Cuadro 17. Numero de tallos ha⁻¹ de los factores densidad y fertilización.

DENSIDAD	TRATAMIENTOS				TOTAL	MEDIA
	F 0	F 1	F 2	F 3		
D1	71111.11	74000.00	66000.00	72222.22	283333.33	70370.37
D 2	65777.78	62666.67	64888.89	63777.78	250111.12	64444.45
TOTAL	136888.89	136666.67	130888.89	136000.00	533444.45	134814.82
MEDIA	68444.45	68333.34	65444.45	68000.00	266722.23	67407.41

Cuadro 18. Prueba de significancia del factor A (densidad).

Factor A	Densidad	Media	Significancia
A 1	TRES CAÑAS CRUZADAS	70370.37	a
A 2	DOS CAÑAS CRUZADAS	64444.45	b

Los resultados de la prueba estadística del Duncan, indica que existe diferencia significativa entre las densidades, como se puede observar en el Cuadro 18, se simboliza con letras, letras iguales no difieren y letras diferentes difieren uno del otro.

Cerrizuela et al. (1977), encontraron que plantando una caña cruzada se requiere 4.8 T ha⁻¹, a dos cañas cruzadas 9.33 T ha⁻¹, a tres cañas cruzadas 12.70 T ha⁻¹ y a cuatro cañas cruzadas 16.30 T ha⁻¹. En Tucumán se encontró tendencias definidas, se obtuvo mayor producción al plantar con tres cañas cruzadas en comparación con dos cañas cruzadas. Las cañas troceadas cortas con tres a cuatro yemas, 0.55 m de longitud, resultaron superiores al trocado largo de cuatro a cinco yema y 0.65 m de longitud (Cochran et al., 1979).

Cuadro 19. Prueba de significancia del factor B (fertilización).

Factor B	Fertilización N-P-K	Media	Significancia
B 0	TESTIGO 00 – 00 – 00 - 00	68444.45	a
B 1	F 1 REQUERIMIENTO	68333.34	a
B 2	F 2 + 50% QUE F 1	65444.45	a
B 3	F 3 – 50% QUE F 1	68000.00	a

El Cuadro 19, indica la significancia del rendimiento del número de tallos ha⁻¹, interactuando el factor B (fertilización) entre el factor A (densidad), estadísticamente se determina que no existe diferencia significativa, por lo tanto el fertilizante no ha influido significativamente en esta variable, es por ellos que se puede emitir utilizar la fertilización adecuada según el requerimiento del cultivo, partiendo del análisis del suelo, ya que un aumento o reducción de las dosis solo traerá gastos económicos al productor cañero.

Cuadro 20. Prueba de significancia en la interacción de los factores A - B (densidad/fertilización).

Tratamientos	Media	Significancia
A1 B 1 (T2)	74000.00	a
A1 B 3 (T4)	72222.22	ab
A1 B 0 (T1)	71111.11	ab
A1 B 2 (T3)	66000.00	ab
A2 B 0 (T5)	65777.78	ab
A2 B 2 (T7)	64888.89	ab
A2 B 3 (T8)	63777.78	b
A2 B 1 (T6)	62666.67	b

En cuanto a la diferencia de significancia que presenta en la interacción de los factores A-B se determinó que solo existe diferencia significativa entre la interacción de los factores A1B1 (T2) y A2B1 (T6), ya que el tratamiento T2 (A1B1) tuvo mejor comportamiento y respuesta al fertilizante, donde tuvo un rendimiento de 74000.00 tallos ha⁻¹, con una diferencia de 11333.33 tallos del T6 (A2B1), mientras entre los otros tratamientos estadísticamente no existe diferencia significativa.

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

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

4.2.3 Curva de crecimiento.

Para determinar la altura de las plantas se registraron las mediciones a partir del primer mes después de la plantación (15 de diciembre), la segunda medición se llevó a cabo a los 50 días (04 de enero), de este en adelante se procede a medir cada 30 días la misma que se realizó los primeros días de cada mes, considerando el crecimiento máximo en épocas de verano, el mismo y un crecimiento mínimo en otoño-invierno que cesa o es lento justamente porque las temperaturas disminuyen y hay ausencia de precipitación.

Figura 3. Alturas alcanzadas de las plantas de los ocho tratamientos en (m) hasta la culminación de ensayo.

En la figura 4, se puede observar las curvas de crecimiento de los tallos de cada de cada interacción de factores densidad-fertilización o tratamientos, la dinámica de crecimiento de estos tallos no varía mucho uno del otros tratamientos, existiendo similitud de crecimiento máximo durante el verano esto se debió a que durante estos meses existió suficiente precipitación y temperaturas óptimas para su desarrollo, y bajando el ritmo de crecimiento durante los meses de otoño-invierno, hasta la culminación del ensayo.

Las alturas alcanzadas por los diferentes tratamientos no son los mejores, ya que esta variedad en nuestra región se caracteriza por alcanzar aturas de 2.50 a 3.00 m (Galean, 2001), los resultados de este estudio son inferiores a las características normales de la variedad, ante esto se puede indicar que crecimiento fue afectado directamente por los factores climatológicos de temperaturas bajas desde el mes de abril y helada registra en el mes de junio y precipitaciones bajas desde los meses de abril hasta la culminación del ensayo 20 de agosto.

4.3 Características agronómicas.

4.3.1 Rendimiento cultural.

El rendimiento cultural se refiere al peso de caña ($T\ ha^{-1}$), mismo que se entrega al Ingenio Azucarero de la zona y que es lo que más le interesa al productor cañero, para que este producto sea procesado y transformado. En el Cuadro 21, se muestra el rendimiento cultural de $T\ ha^{-1}$, estos datos representan a los datos obtenidos por unidad experimental y que posteriormente son transformados a $T\ ha^{-1}$, se puede observar que el efecto de la relación densidad/fertilizante hizo variar en el rendimiento cultural de cada tratamiento.

Cuadro 21. Rendimiento cultural ($T\ ha^{-1}$).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
D1F0 (T1)	50.68	49.52	47.98	156.09	52.03
D1F1 (T2)	46.80	68.31	59.03	174.14	58.05
D1F2 (T3)	53.60	48.63	44.02	146.25	48.75
D1F3 (T4)	44.64	67.10	44.03	155.77	51.92
D2F0 (T5)	34.36	51.55	39.96	125.97	42.00
D2F1 (T6)	39.89	46.73	37.38	124.00	41.33
D2F2 (T7)	51.10	42.89	34.26	128.25	42.76
D2F3 (T8)	52.87	41.97	40.34	135.18	45.06

Según los resultados que se obtenidos en este ensayo se puede indicar que en cuanto al rendimiento cultural o agrícola el T2 (D1 F1) con 58.05 T ha^{-1} , tuvo mejor comportamiento en comparación con los otros tratamientos, pese a esto los datos fueron evaluados con el análisis estadístico de ANVA, para determinar si existe diferencias entre los tratamientos. El siguiente Cuadro 22, nos muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, tampoco existe diferencia en el factor de fertilización, pero si existe diferencia significativa en el factor densidad. La interpretación de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5%, confirmo que los tratamientos difieren uno del otro. Tomando en cuenta estos resultados podemos indicar que se puede trabar aplicando lo necesario para el cultivo.

Cuadro 22. Análisis de Varianza, (rendimiento cultural en T ha^{-1}).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	308.8516	154.4258	2.866 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	699.4297	99.91852	1.854 NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	513.75	513.75	9.534 **	4.60	8.86
Fertilización (B)	3	72.8125	24.27084	0.450 NS	3.34	5.56
(A x B)	3	112.8672	37.6224	0.698 NS	3.34	5.56
Error	14	754.4102	53.88644			
Total	23	55688.71				

Media General = 47.4017

Coefficiente de Variación = 15.49 %

El Cuadro 22, análisis de varianza nos indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, pero si existe una diferencia altamente significativa en la interacción de las dos densidades, no ocurre lo mismo con los otros factores tales como la fertilización y la interacción de los ambos (A-B), para ello también se procede a realizar la prueba del análisis estadístico Duncan al 1% y 5% para poder apreciar las diferencias que existe en comparación con los otros factores, el factor de variación que reporta el análisis estadístico fue de 15.49%, por ellos descompone y se compara las medias de los diferentes factores.

En el siguiente Cuadro 23, se presenta una prueba de significancia para ambos factores una dentro del otro, y se puede notar claramente que no existe diferencias significativas para el caso de las dosis de fertilización, pero ocurre lo contrario con el otro factor A (densidad), registrándose diferencias significativas, también haciendo una comparación entre ambos factores, notamos que estadísticamente no existe diferencias.

Cuadro 23. Rendimiento en T ha-1 de los factores densidad y fertilización.

DENSIDAD	TRATAMIENTOS				MEDIA
	F 0	F 1	F 2	F 3	
D1	52.03	58.05	48.75	51.92	52.69
D 2	42.00	41.33	42.76	45.06	42.79
MEDIA	47.02	49.69	45.76	48.49	47.74

Cuadro 24. Prueba de significancia del factor A (densidad).

Factor A	Densidad	Media	Significancia
A 1	TRES CAÑAS CRUZADAS	52.69	a
A 2	DOS CAÑAS CRUZADAS	42.79	b

Realizado la descomposición de los factores y analizando los resultados del análisis estadístico Duncan se puede determinar que efectivamente existe diferencia entre las dos densidades, por ellos se lo representa con letras diferentes a cada resultado de significancia para que se mejor comprendido como se puede observar el Cuadro 23. El Cuadro 24, muestra que no existe diferencia significativa entre las diferentes dosis de fertilización que se aplicó a este cultivo las mismas están representados con la misma letra.

Cuadro 25. Prueba de significancia del factor B (fertilización).

Factor B	Fertilización NPK	Media	Significancia
B 0	TESTIGO 00 – 00 – 00 - 00	47.02	a
B 1	F 1 REQUERIMIENTO	49.69	a
B 2	F 2 + 50% QUE F 1	45.76	a
B 3	F 3 – 50% QUE F 1	48.49	a

Cuadro 26. Prueba de significancia en la interacción de los factores A - B (densidad/fertilización).

Tratamientos	Media	Significancia
A1 B1 (T2)	58.05	a
A1 B0 (T1)	52.03	ab
A1 B3 (T4)	51.92	ab
A1 B2 (T3)	48.75	ab
A2 B3 (T8)	45.06	ab
A2 B2 (T7)	42.76	b
A2 B0 (T5)	42.00	b
A2 B1 (T6)	41.33	b

Observando el Cuadro 26, se puede notar que estadísticamente existe una diferencia significativa entre el T2 (D1F1) y los T7 (D2F2), T5 (D2 F0) y T6 (D1F1), resultado ser el mejor el T2 (D1F1) con 58.05 t ha⁻¹, la dosis de fertilización que se aplicó a este tratamiento fue de 71 kg ha⁻¹ N, 00 kg/ha P y 00 kg ha⁻¹ K. los otros tratamientos T8 (D2F3), T3 (D1F29, T4 (D1F3) y T1(D1F0) no difieren entre los tratamientos, es decir no representa una diferencia estadística.

Analizando los resultados se puede determinar que plantando a una densidad de tres cañas cruzadas y aplicando un fertilizante según el requerimiento del cultivo y según los reportes de los análisis de suelo donde se va a implantar un nuevo cañaveral, se considera aplicar lo que se probó con el T2 (D1F1), ya que se tiene mejor rendimiento cultural (T ha⁻¹), se puede realizar la aplicación de los otros tratamientos, pero esto no va a superar el rendimiento, que es lo que por lo general busca el productor cañero. El aumento o reducción de las dosis de fertilización representa una inversión económica, es por ello es que se debería optimizar y el uso no excesiva de los fertilizantes y evitar un gasto inútil.

Díaz y Portocarrero (2002), indica que la fertilización en caso se realice ésta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Las aplicaciones de nitrógeno se manifiestan sobre un mayor rendimiento, pero si se aplica en grandes cantidades disminuye el contenido de sacarosa. Por otro lado las hojas

crecen demasiado grandes lo que favorece una mayor evaporación de agua del campo, esto puede ser peligroso sobre todo cuando se en suelos donde la sequía son muy críticos para el cultivo (Arzola, N. *et-al* 2000).

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

Ante los resultados obtenidos en el estudio realizado, se puede indicar que el rendimiento cultural se vio afectado por diferentes factores tales como helada y sequía, impidiendo así de esta manera llegar al rendimiento esperado, también se puede señalar que según conversación personal efectuada con el productor Sr. Paulino y Sr. Cruz los rendimientos en esta comunidad son por lo general bajos e indican una producción de 35 a 40 tha^{-1} , inferior a lo que se llegó con esta investigación, ante esta situación se puede indicar que estaría afectada también por la altura ya que la comunidad está situada a una altura promedio de 750 msnm (PDM 2009).

4.3.2 Rendimiento fabril.

El rendimiento fabril se refiere al total de azúcar en qq, que se obtiene del total de caña que se entrega al ingenio t ha^{-1} , para poder calcular se utilizó la formula internacional Winter y Carp donde se saca el porcentaje azúcar por tonelada de caña bruta ($\%/t$), en el (Anexo 4), se muestra el rendimiento azúcar kg/ha , esto es transformado a quintales (46 kg) y consecuentemente en el Cuadro 27, se presenta el rendimiento del número de qq ha^{-1} que se obtiene de los diferentes tratamientos, con respecto al rendimiento cultural que se obtiene en los diferentes tratamientos del ensayo, la fórmula es la siguiente:

$$R f = (1,40 - 40 / Pza \%) \times Pol \% \times 0,7$$

Cuadro 27. Rendimiento fabril (qq ha⁻¹).

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
D1T0 (T1)	136.73	127.57	118.28	382.58	127.53
D1T1 (T2)	123.16	168.32	154.25	445.73	148.58
D1T2 (T3)	139.24	134.05	119.24	392.53	130.84
D1T3 (T4)	118.78	178.54	112.18	409.50	136.50
D2T0 (T5)	91.80	135.71	108.50	336.01	112.00
D2T1 (T6)	108.31	131.35	96.78	336.91	112.30
D2T2 (T7)	137.78	108.72	93.32	339.82	113.27
D2T3 (T8)	138.27	108.57	105.41	352.25	117.41

En el Cuadro 27, se sacó los promedios de quintales de azúcar que se obtiene según el rendimiento cultural y según los %de pureza de los jugos y % Pol, que reporta los análisis realizados en el laboratorio del Ingenio Azucarero (IABSA), para poder determinar el factor de variación se procede a realizar el análisis estadístico de ANVA, para determinar si existe diferencia entre los tratamientos y respectivamente se realiza de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5% entre los diferentes tratamientos.

Cuadro 28.Análisis de Varianza, (rendimiento fabril qq ha⁻¹).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	2139.313	1069.656	2.844 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	3772.188	538.884	1.433 NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	2944.125	2944.125	7.827 *	4.60	8.86
Fertilización (B)	3	410.7188	136.9063	0.364 NS	3.34	5.56
(A x B)	3	417.3438	139.1146	0.370 NS	3.34	5.56
Error	14	5265.938	376.1384			
Total	23	384893.6				

Media General = 124.7859

Coefficiente de Variación = 15.54 %

Como se puede observar en el Cuadro 28, nos señala que existe una diferencia significativa entre los factores de densidades (A), tal caso que no ocurre con el factor de las diferentes dosis de fertilización (B), así como tampoco reporta diferencia significativa entre la interacción de los factores densidad-fertilización.

Los resultados del análisis de varianza nos permiten realizar el análisis de la prueba de Duncan al 1% y 5% para ellos se descompone en factores y se compara las medias de un factor uno dentro del otro factor de igual forma que en las anteriores variables estudiados, tal caso que también se compara las medias de la interacción de los dos factores (densidad y fertilización), casos que se puede observar en los Cuadros que sigue más adelante. Analizando el Cuadro 29, se puede dar cuenta que existe una diferencia significativa entre las densidades, ya que plantando tres cañas cruzadas se tiene mayor rendimiento fabril con una diferencia de 22.05 uno del otro

Cuadro 29. Rendimiento qq ha⁻¹ de los factores densidad y fertilización.

DENSIDAD	TRATAMIENTOS				MEDIA
	F 0	F 1	F 2	F 3	
D1	127.53	148.58	130.84	136.50	135.86
D 2	112.00	112.30	113.27	117.41	113.75
MEDIA	119.76	130.44	122.06	126.96	124.81

Cuadro 30. Prueba de significancia del factor A (densidad).

Factor A	Densidad	Media	Significancia
A 1	TRES CAÑAS CRUZADAS	135.86	a
A 2	DOS CAÑAS CRUZADAS	113.81	b

Cuadro 31. Prueba de significancia del factor B (fertilización).

Factor B	Fertilización N-P-K	Media	Significancia
B 0	TESTIGO 00 – 00 – 00 - 00	119.76	a
B 1	F 1 REQUERIMIENTO	130.44	a
B 2	F 2 + 50% QUE F 1	122.06	a
B 3	F 3 – 50% QUE F 1	126.96	a

Cuadro 32. Prueba de significancia en la interacción de los factores A - B (densidad/fertilización).

Tratamientos	Media	Significancia
A 1 B1 (T2)	148.58	a
A 1 B3 (T4)	136.50	a
A 1 B2 (T3)	130.84	a
A 1 B0 (T1)	127.53	a
A 2 B3 (T8)	117.41	a
A 2 B2 (T7)	113.27	b
A 2 B1 (T6)	112.30	b
A 2 B0 (T5)	112.00	b

El rendimiento fabril está reflejado en la calidad del jugo y el rendimiento cultural obtenido en el ensayo, analizando el Cuadro 32, se puede notar que en cuanto al rendimiento fabril tuvo mejor comportamiento el T2 (D1F1) con 148.58 qq ha⁻¹, tratamiento que estuvo fertilizado con una dosis de 71 kg ha⁻¹ N, 00 kg ha⁻¹ P y 00 kg ha⁻¹ K, dosis que cubre solo lo que realmente requiere extraer el cultivo, conociendo la fertilidad del suelo del cañaveral donde se plantó y la densidad de plantación es de tres cañas cruzadas.

Las aplicaciones de nitrógeno se manifiestan sobre un mayor rendimiento, pero si se aplica en grandes cantidades disminuye el contenido de sacarosa. Por otro lado las hojas crecen demasiado grandes lo que favorece una mayor evaporación de agua del campo, esto puede ser peligroso sobre todo cuando se en suelos donde la sequía son muy críticos para el cultivo (Arzola, N. *et-al* 2000).

4.3.3 Grados brix.

El ° Brix es una forma de expresar la concentración de una solución. En el sentido estricto de la definición se expresa como sólidos disueltos en una solución de sacarosa pura, pero por acuerdo general se toma como sólidos aparentes en soluciones impuras. Es así que en el laboratorio del ingenio azucarero de Bermejo (IABSA), se analiza y de termina los °Brix que tiene los diferentes tratamientos, los mismos que se puede observar en el Cuadro 33.

Cuadro 33. % Brix de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
D1T0 (T1)	20.22	19.82	19.82	59.86	19.95
D1T1 (T2)	21.60	20.02	20.24	61.86	20.62
D1T2 (T3)	19.88	20.67	20.12	60.68	20.23
D1T3 (T4)	20.22	20.04	19.70	59.96	19.99
D2T0 (T5)	20.40	20.40	21.37	62.17	20.72
D2T1 (T6)	20.44	19.82	19.68	59.94	19.98
D2T2 (T7)	20.94	19.72	21.13	61.79	20.60
D2T3 (T8)	20.37	20.02	20.44	60.83	20.28

Los análisis realizados en el laboratorio del Ingenio Azucarero (IABSA), son analizados estadísticamente y determinar el factor de variación utilizando el análisis estadístico del ANVA, para determinar si existe diferencia entre los tratamientos y respectivamente se realiza de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5% entre los diferentes tratamientos.

Cuadro 34. Análisis de Varianza (° Brix).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	13.40527	6.702637	1.580 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	30.89063	4.412946	1.040. NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	6.386719	6.386719	1.505 NS	4.60	8.86
Fertilización (B)	3	9.485352	3.161784	0.745 NS	3.34	5.56
(A x B)	3	15.01856	5.006185	1.180 NS	3.34	5.56
Error	14	59.39356	4.242397			
Total	23	10399.04				

Media General = 20.7117

Coefficiente de Variación = 9.94

Como se puede observar en el Cuadro 34, nos señala que no existe diferencia significativa entre los factores de densidades, tampoco existe diferencias con el factor de las diferentes dosis de fertilización, así como tampoco reporta diferencia significativa entre la interacción de

los factores densidad-fertilización, pero se puede notar que los °Brix, son altos pese a que la caña fue cosechada a los 10 meses de edad, ya que la misma se encontraba con los grados que le permite cosechar, es decir que los diferentes tratamientos han alcanzado la madurez necesario.

Ante esta situación Diaz y Portocarrero (2002), menciona de manera superficial y sencilla que la actividad de cosecha, que se realiza a 12 meses después de la siembra cuando se cultiva de forma anual, pueden hacerse ciclos de 18 meses para obtener mayores rendimientos por hectárea y la dilución de los costos en más tiempo de producción. La cosecha se realiza previo análisis sacarotécnico, mediante muestreo en campo y laboratorio La caña de azúcar según Fogliata (1995), puede ser cosechada desde los 12 °Brix, el tema de la cosecha es de por si complicado en cualquier parte del mundo. Manejar mal la misma puede significar enormes pérdidas económicas al productor y desperdiciar los esfuerzos previos para conseguir buenos niveles productivos.

4.3.4 % Pol.

Se refiere a la cantidad de Pol (sacarosa) extraído en el jugo mezclado % Pol (sacarosa) en la caña. En el Cuadro 35, se presenta los resultados de los análisis realizados a la caña tratada con diferentes dosis de fertilización y distintas densidades.

Cuadro 35. Pol % presente en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
D1T0 (T1)	18.44	17.76	17.65	53.85	17.95
D1T1 (T2)	19.43	18.20	18.05	55.68	18.56
D1T2 (T3)	17.87	18.84	18.46	55.17	18.39
D1T3 (T4)	18.27	18.22	17.65	54.14	18.05
D2T0 (T5)	18.37	18.18	18.82	55.37	18.46
D2T1 (T6)	18.59	18.86	17.78	55.23	18.41
D2T2 (T7)	18.89	17.53	18.82	55.24	18.41
D2T3 (T8)	18.10	17.80	18.11	54.01	18.00

Los análisis realizados en el laboratorio del Ingenio Azucarero (IABSA), son analizados estadísticamente y determinar el factor de variación utilizando el análisis estadístico del ANVA, para determinar si existe diferencia entre los tratamientos y respectivamente se realiza de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5% entre los diferentes tratamientos. Como se puede observar en el siguiente Cuadro 36, nos señala que no existe diferencia significativa entre los factores de densidades, tampoco existe diferencias con el factor de las diferentes dosis de fertilización así como tampoco reporta diferencia significativa entre la interacción de los factores densidad-fertilización.

Cuadro 36. Análisis de Varianza, (% de Pol).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	0.5620118	0.2810059	1.049 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	1.187988	0.1697126	0.634 NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	0.04248047	0.04.248047	0.159 NS	4.60	8.86
Fertilización (B)	3	0.7661133	0.2553711	0.954 NS	3.34	5.56
(A x B)	3	0.3793945	0.1264649	0.472 NS	3.34	5.56
Error	14	3.748535	0.2677525			
Total	23	8024.204				

Media General = 18.2788

Coefficiente de Variación = 2.83 %

Galean (2004), indica que la maduración de la caña en Bermejo sigue la curva de madurez siguiente: niveles bajos de sacarosa de Marzo a Abril, debido a que la caña esta inmadura porque el crecimiento aún no se ha detenido a pesar de haber finalizado la época lluviosa; después un nivel máximo de sacarosa de Julio a Agosto cuando la mayoría de las variedades han madurado; y por último, un rápido descenso de la sacarosa de Octubre a Noviembre, al reanudarse el crecimiento de la caña debido al comienzo de las lluvias.

4.3.5 % Pureza.

La pureza de la caña que son analizados en los ingenios azucareros se expresa como la proporción % de Pol en el Brix o sólidos por gravedad. La proporción % de sacarosa en el brix o sólidos por gravedad. La importancia de conocer el % de Pureza en caña es de vital importancia ya que de ella también poder determinar el rendimiento fabril.

$$\text{Pureza} = \text{Pol \%} / \text{Brix \%} \times 100$$

Con los datos presentados tanto del Pol como del Brix, se procede a calcular el % de pureza de la caña de azúcar, la caña que fue tratada con diferentes dosis de fertilización y distintas densidades utilizando la fórmula que se muestra anteriormente, datos que se puede observar en el siguiente Cuadro 37.

Cuadro 37. % de pureza la caña de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones			total	Promedio
	I	II	III		
D1T0 (T1)	91.19	89.60	89.05	269.84	89.95
D1T1 (T2)	89.95	90.90	89.17	270.02	90.01
D1T2 (T3)	89.89	91.14	91.74	272.17	90.72
D1T3 (T4)	90.35	90.91	88.59	269.85	89.95
D2T0 (T5)	90.04	89.11	88.53	267.68	89.23
D2T1 (T6)	90.94	95.15	90.34	195.43	92.14
D2T2 (T7)	90.21	88.89	89.06	268.16	89.39
D2T3 (T8)	88.85	89.91	88.60	267.36	89.12

Los análisis realizados en el laboratorio del Ingenio Azucarero (IABSA), son analizados estadísticamente y se determina el factor de variación utilizando el análisis estadístico del ANVA que resultó ser el coeficiente de variación de 9.94%, para determinar si existe diferencia entre los tratamientos y respectivamente se realiza de la prueba de significación de rangos múltiples de Duncan al 1% y 5% entre los diferentes tratamientos. Como se puede observar en el siguiente Cuadro 38, nos señala que no existe diferencia significativa entre los factores de densidades, tampoco existe diferencias con el factor de las diferentes dosis de fertilización así como tampoco reporta diferencia significativa entre la interacción de los factores densidad-fertilización.

Cuadro 38. Análisis de Varianza, (% de Pureza).

F. de Variación	GL	S.C	C.M.	Fcal	Ftab.	
					5%	1%
Replicas	2	13.40527	6.702637	1.580 NS	3.74	6.51
Tratamientos	7	30.89063	4.412946	1.040 NS	2.76	4.28
Densidad (A)	1	6.386719	6.386719	1.505 NS	4.60	8.86
Fertilización (B)	3	9.485352	3.161784	0.745 NS	3.34	5.56
(A x B)	3	15.01856	5.006185	1.180 NS	3.34	5.56
Error	14	59.39356	4.242397			
Total	23	10399.04				

Media General = 20.7117

Coefficiente de Variación = 9.94

Como se puede notar el % de Pureza del cultivo de caña tratada con diferentes dosis de fertilización y distintas densidades, presentan una similitud en cuanto al comportamiento, ya que los porcentajes son altos y por consiguiente son buenos y aceptados por que están por encima del 89 %, la misma se encontraba lista y apta para ser recibida en el ingenio para que esta sea procesada y transformada en azúcar. Los resultados altos de pureza también ha influido en el rendimiento fabril que se calculó anteriormente donde se determinó el número de quintales de azucara que se obtiene con estos resultados.

La caña para ser recibida en el ingenio debe ser analizada mediante laboratorio, para el análisis de control de calidad se toman muestras no menor de seis cañas, estas muestras son trasladadas por el empleado al laboratorio, donde se determina el Brix % caña, pol % caña, pureza % caña, rendimiento % caña, y el % de azucares reductores, en la actualidad la pureza % caña es la determinante para recibir o rechazar el ingreso de caña al ingenio, siendo 75 % de pureza como mínimo según contrato de zafra, firmando entre el sector cañero e industrial (Galean 2004).

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

Las temperaturas y las precipitaciones fueron adecuadas para la etapa de brotación, es por ello que el % de emergencia son altos en ambas densidades, tiene mejor respuesta la D2 con un 72.68 % de brotación, seguida por la D1 con un 66.94 %.

En el rendimiento de numero de tallos ha^{-1} , se encontró diferencia significativa en el factor densidad “D”, y no así en el factor fertilizante “F” y la interacción de ambos factores, el mejor rendimiento se tiene con la D1 (tres cañas cruzadas), donde se tiene un promedio de 70.370 tallos ha^{-1} , mientras que la D2 (dos cañas cruzadas), que tiene un rendimiento promedio de 64.444 tallos ha^{-1} , y en la interacción de ambos factores “D - F” tuvo mejor comportamiento el T2 (D1F1), con un rendimiento de 74.000 tallos ha^{-1} .

En el rendimiento cultural se encontró diferencia altamente significativa en el factor densidad “D” y no así en el factor fertilización “F” y la interacción de ambos factores “D-F”, el rendimiento cultural o agrícola del factor D1 (tres cañas cruzadas) tiene un rendimiento de 52.69 t ha^{-1} , mientras que la D2 (dos cañas cruzadas) tiene rendimiento de 42.79 t ha^{-1} , en la interacción de ambos factores “D-F”, tiene mejor comportamiento le T2 (D1F1) con una dosis de fertilización de 71 kg N ha^{-1} y tres cañas cruzadas, obteniendo un rendimiento de 58.05 t ha^{-1} .

En el rendimiento fabril existe diferencia significativa entre los factores de densidades “D” y no así entre el factor de fertilización “F” y la interacción de ambos factores “D-F”, la D1 tiene un rendimiento fabril de 135.86 qq ha^{-1} de azúcar, mientras que la D2 tiene un rendimiento fabril de 113.81 qq ha^{-1} de azúcar y en la interacción de ambos factores “D-F” se tuvo mejor comportamiento el T4 (D1F3) con un rendimiento fabril de 136 qq ha^{-1} de azúcar, tratamiento

que estuvo tratado con una densidad de plantación de tres cañas cruzadas una dosis de fertilización de 35.5 kg ha^{-1} (-50% que F1).

Los jugos de los tratamientos no presentan diferencias significativas entre sí ni entre los factores “D” ni “F”, ya que los °Brix, %Pol y % de Pureza registrados son similares.

5.2 Recomendaciones.

Para poder obtener un mayor % de brotación se recomienda realizar la plantación del cañaveral tomando en cuenta las condiciones climatológicas que se suscitan en la región y que estas sean adecuadas para el cultivo y que pueda cumplir lo que realmente requiere el cultivo para esta etapa, las mismas que son los meses de octubre – noviembre, ya que en esta época se tiene registro tanto de temperaturas como de precipitaciones adecuadas para que el cultivo tenga una buen % de brotación.

En el establecimiento de un cañaveral o renovación, se recomienda realizar una siembra con una densidad de tres cañas cruzadas para asegurar tener una buena población de tallos poder obtener un buen rendimiento cultural se recomienda utilizar el T2 (DIF1), aplicando una fertilización complementaria, aportando solo lo que requiere el cultivo en base a los análisis químico y físico previos realizados al lote donde se va establecer el cañaveral.

Para asegurar un buen rendimiento fabril, la calidad de los jugos (° Brix, % de Pol y % de Pureza), tienen que ser altos por ello se recomienda establecer el nuevo cañaveral sembrando con tres cañas cruzadas combinando con una fertilización complementaria o media según los resultados del presente estudio con una dosis de $35.5 \text{ kg N ha}^{-1}$, en base a los requerimientos del cultivo y los análisis fisco-químico previos realizados al lote donde se va establecer el cañaveral, complementando con otras labores.

Se recomienda en general, para el establecimiento del nuevo cañaveral realizar la siembra en una época apropiada, tomando en cuenta los factores climatológicos de la región con una densidad de tres cañas cruzadas y una fertilización complementaria, en base a los

requerimientos del cultivo y los análisis previos realizados al lote, ya que en caña planta solo se espera una respuesta a la fertilización de 50%, y el productor no realice gastos excesivos.

Así también, se recomienda continuar con el presente ensayos tomando otros parámetros como épocas y zonas de nuestra región, densidades y en otras edades del cañaveral (soca 1, soca 2, soca 3).