

## I. INTRODUCCIÓN.

La *Stevia Rebaudiana bertonii* es una planta considerada medicinal, pues varios estudios demuestran que puede tener efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo II, ya que posee glucósidos con propiedades edulcorantes sin calorías. Su poder de edulcorancia es 30 veces mayor que el azúcar en su estado natural y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más dulce que la caña de azúcar (Ramírez, 2005).

*Stevia Rebaudiana bertonii* es una planta originaria del Sudeste de Paraguay, de la parte selvática subtropical de Alto Paraná. Esta planta fue usada ancestralmente por sus aborígenes, como edulcorante y medicina (Shock, 1982).

La producción de stevia en el país de Bolivia se ha mantenido en crecimiento en los últimos tres años, actualmente solo hay 300 hectáreas cultivadas, de las cuales 200 están ubicadas en Santa Cruz y las restantes 100 hectáreas están distribuidas en Chuquisaca, Tarija y el Beni. Los suelos de los valles cruceños son los más adecuados para el cultivo, que es donde obtienen mejores rendimientos (Bolivia rural S.R.L, 2017).

En la actualidad muchos productores pequeños de Bolivia, producen una gran parte de stevia para su consumo propio y el excedente lo trasladan al mercado local, siendo las empresas privadas las que están dando más énfasis a la producción en mayor escala, con fines de acopiar la suficiente materia prima, para lograr poner en marcha una planta de industrialización de steviolglucosidos. Por lo tanto, la producción de stevia en Bolivia está en crecimiento, y los plantines que vienen produciendo son de la variedad criolla Paraguaya (*Stevia rebaudianabertonii*), los mismos que provienen de semilla botánica (Cámara Boliviana de la Stevia CASTEBOL, 2012).

En la ciudad de Bermejo se está comenzando a producir este cultivo alternativo al de la caña de azúcar como es la stevia, en la comunidad de Candado Chico y en otras comunidades a pequeña escala de plantación y se puede reflejar que aún no existe un

manejo adecuado del cultivo, en este trabajo de investigación se pretende evaluar las densidades de siembras y la aplicación de algunos fertilizantes foliares.

Supermacollo es un fertilizante foliar de muy baja toxicidad para el hombre y animales de sangre caliente, contiene nitrógeno (N) 20%, fosforo ( $P_2 O_5$ ) 20%, potasio ( $K_2 O$ ) 0,6%, micronutrientes 5% y coadyuvantes-inertes 49%.

El 90% de la urea producida se emplea como fertilizante, esta se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret (menor al 0.03%) como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas, sobre todo frutales, cítricos, como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cuál es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis, además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales.

Extracto liquido estabilizado de “*Stevia rebaudiana Bertoni*”, fertilizante Foliar Orgánico y Recuperador de suelo (Bioestimulante). Revitaliza la fertilidad del suelo, además propicia una mayor absorción de nutrientes en plantas, brindando resistencia a plagas y aumentando el rendimiento, además propicia una maduración pareja en los rubros con maduración despereja, aumenta el dulzor en rubro de frutas.

## **1.1 JUSTIFICACIÓN.**

El presente trabajo se realizara para poder demostrar que en la zona de Bermejo (comunidad de Candado Chico), el cultivo de la stevia se puede desarrollar favorablemente con los cuidados y tratamientos adecuados, para poder cambiar un edulcorante tradicional como la azúcar de caña por un edulcorante natural menos dañino.

## **1.2 PROBLEMA.**

Algunas comunidades de la ciudad de Bermejo han empezado con este cultivo de stevia por que lo han visto como un remplazo natural y más saludable para suplir el azúcar de caña, pero todavía no se ha podido lograr definir una densidad apropiada para el desarrollo óptimo del cultivo, por otra parte también tomar en cuenta que no se puede definir qué clase de fertilización es la óptima para el desarrollo del cultivo de la stevia; con este trabajo de investigación se pretende demostrar cuales pueden las densidades apropiadas y el tipo de fertilizante que se puede aplicar para poder ayudar a los agricultores a mejorar su producción.

## **1.3 OBJETIVOS.**

### **1.3.1 Objetivo General.**

- ✓ Evaluar el efecto de tres densidades de siembra y la aplicación de tres fertilizantes foliares para definir la distancia y los nutrientes necesarios para el desarrollo óptimo del cultivo de stevia (*Rebaudiana bertonii*) en la comunidad de Candado chico.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Identificar la mejor densidad de siembra para el desarrollo del cultivo de stevia.
- ✓ Determinar que fertilizante foliar será más óptimo que aportara mayor desarrollo al cultivo de stevia.
- ✓ Evaluar el rendimiento de hoja de acuerdo a la densidad y fertilización en el cultivo de stevia.

#### **1.4 HIPÓTESIS.**

- ✓ Las densidades de siembra que se utilizaron para el marco de plantación son los mejores para el cultivo de la stevia en la zona.
  
- ✓ Los fertilizantes que se aplicaron favorecieron al desarrollo vegetativo y aumento la producción de hoja del cultivo.

## II. REVICION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE LA PLANTA DE STEVIA.

Según (Milillo, 2000) la clasificación taxonómica de la estevia (*stevia rebaudiana Bertoni*) es la siguiente :

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| Reino    | Vegetal                   |
| Subreino | Tracheobionta             |
| División | Magnoliopyta              |
| Clase    | Magnoliopsida             |
| Orden    | Asterales                 |
| Familia  | Asteraceae                |
| Genero   | Stevia                    |
| Especie  | Stevia Rebaudiana Bertoni |

### 2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

**2.2.1 La Raíz.** La Stevia es una dicotiledónea perenne cuyo sistema radicular es pivotante filiforme cilíndrica al inicio de su desarrollo con abundante sepa, después del primer corte el sistema radicular aumenta de tamaño desde donde se realizó el corte y se convierte en fasciculado y con mayor distribución en capa superior del suelo distribuyéndose cerca de la superficie de 10 a 15 cm de longitud, es el único órgano que no contiene esteviosido. Las raíces finas abundan en la superficie y las raíces gruesas profundizan (Tetsuya, 1980).

La raíz es fibrosa, filiforme y perenne, formando abundante cepa que apenas ramifica y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie; es el único órgano de la planta que no contiene el esteviósido (Vargas, 1980).

Sumida (1980) observó que las raíces finas abundan en la superficie y las gruesas en las zonas más profundas del suelo.

La planta resiste la humedad pero no la sequía, y esto puede explicarse por la morfología de su sistema radicular (Sakaguchi, 1982).

**2.2.2 El Tallo.** La Stevia durante el desarrollo inicial presenta un tallo principal, después del primer ciclo llegan a producir mayor número de tallos laterales sobre 20 tallos en 3 a 4 años, por lo general llegan a una altura de 60 a 100 cm, el tallo es más o menos pubescente con tendencia a inclinarse, subleñoso, ramificado de color verde con varios tonos, llegando a purpúreo o morado (Tetsuya, 1980).

Durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones, tornándose multicaule después del primer ciclo vegetativo llegando a producir hasta 20 tallos en 3 a 4 años. En condiciones óptimas, el tallo puede llegar hasta un metro y medio de altura (Sakaguchi, 1982).

Durante el primer ciclo se observa un tallo principal con 25 ramas secundarias por planta, presenta también ramificaciones de tercera, cuarta, quinta, hasta de sexta orden, siendo las tres últimas en menor cantidad por naturaleza del cultivo (Valua, 1992).

El cultivo constituido por plantas con el porte de arbusto, crecimiento determinado cuyo crecimiento es influenciado por la época de transplante o del corte local de producción. La vida de la planta está relacionada a la cantidad del abono utilizado, pudiendo alcanzar más de un metro de altura.

**2.2.3 La Hoja.** La hoja es el órgano con mayor contenido de edulcorante de color verde claro u oscura, existe variación tanto en forma, tamaño y espesor, las formas de las hojas lanceoladas, elípticas u ovaladas cuyo borde es dentado festonado o aserrado, opuestas en vertical, alternadas o sésiles (pequeño pecíolo de 1-3 mm), ligeramente pubescente velludos con longitud de 2 a 8 cm por 1-3 cm de ancho (Berthona, 1986).

**2.2.4 La Flor.** La Stevia presenta flor hermafrodita de pocas apariencias dispuestas en pequeños capítulos terminales o axilares, agrupadas en panículas corimbosas, entre dos a seis flores de cinco mm de longitud por inflorescencia, el pedicelo de uno a dos mm, la corola tiene forma campanular de color blanco.

Una planta tarda más de un mes en producir todas sus flores. En Paraguay florece en octubre, diciembre y marzo pero se clasifica como una planta de día corto, situando el fotoperiodo crítico en 12 - 13 horas según el ecotipo. (Shock, 1982).

**2.2.5 El Fruto.** El fruto es un aquenio, alargado delgado 2 a 3 mm de color moreno pardo oscuro colorado por pelos persistentes más claros (plumosos en forma de paracaídas) de dos a cinco mm lo que le facilita la dispersión por el viento (Randi, 1981).

En esas condiciones la germinación se completa entre 8 a 10 días y después madura, a los frutos de la Stevia son fotoblasticos positivos, esto significa que solo germina en la presencia de la luz, así la germinación se facilita escoger frutos fértiles y esparcirlos en la superficie del suelo (Randi, 1981).

## **2.3 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.**

### **2.3.1 Requerimientos Agroecológicos.**

**2.3.1.1Clima.** La Stevia es un cultivo donde naturalmente crece en clima tropical y subtropical semihúmedo, con precipitación de 1400 a 1800 mm con distribución durante todo el año.(Cardozo, 1986).

La región donde crece la Stevia es subtropical, semihúmeda, con 1.400 a 1.800

mm de lluvia, que se distribuyen regularmente durante todo el año y temperaturas extremas de -6 a 43 °C, con promedio de 24 °C. Según Sakaguchi (1982), la temperatura más apropiada para Stevia es de 15 a 30 °C con un límite inferior de -3 °C soporta medias mínimas de 5 °C.

La habilidad para resistir inviernos, aparentemente es determinada por la temperatura del suelo. La amplitud crítica está entre 0 a 2 °C mudas de 5 cm con 10 hojas soportaron temperaturas de -5 °C por 70 minutos, lo que implica que las áreas potenciales de producción de la especie podría extenderse a latitudes mayores (Sakaguchi, 1982).

Desarrolla mejor donde la estación de crecimiento es larga, donde la intensidad de luz es alta, con temperaturas tibias, riesgos mínimos de heladas luego de la brotación y sin períodos de larga sequía. Los fotoperíodos largos aumentan la longitud de los entrenudos, área foliar, peso seco y aceleran la aparición de hojas. La materia seca se reduce a la mitad con fotoperíodos, de días cortos. Azúcares, proteínas y esteviósidos aumentan tanto en valores absolutos como relativos en días largos (Sakaguchi, 1982).

**2.3.1.2 Altitud.** En Bolivia se ha encontrado Stevia con buen crecimiento vegetativo en altitudes que varía entre 180 y 1800 msnm (Sumida, 1996).

**2.3.1.3 Suelos.** La planta prospera muy bien en suelos francos, franco arcilloso, arcilloso, con buen contenido de materia orgánica, suelos con buena capacidad para la retención de la humedad y suelos con buen drenaje interno. No obstante, puede además prosperar en suelos con poca retención de humedad.

La alta productividad bajo condiciones de exceso de humedad del suelo, debido a que la respiración de las raíces no decrece en condiciones de medio con bajo contenido de oxígeno siendo el consumo medio de oxígeno de sus raíces menor que otros cultivos de tierras altas, como por ejemplo la soja. Por consiguiente, se considera que es un cultivo que podría realizarse en las tierras planas anteriormente dedicadas al cultivo del arroz (Tetsuya, 1981).

**2.3.1.4 Agua.** La zona de origen de la Stevia, se caracteriza por ser semihúmeda, donde la precipitación media anual es de 1500 mm por año. Esta planta posee poca o moderada resistencia a la sequía, siendo necesario incluirse el sistema de riego en los planes de cultivo.

La planta es resistente a la humedad pero no a la sequía, que perjudica el apareamiento de las hojas, lo cual significa que con el aumento de la humedad, las plantas no solo crecen mejor, sino que además hay una tendencia a que las hojas sean mayores. Este autor, desarrollando trabajos de investigación tendientes a estudiar la resistencia de la planta a la sequía, comprobó que la falta de agua en el suelo durante la fase inicial del crecimiento no produce marchitamiento hasta alcanzar el nivel mínimo de humedad. Sin embargo, la sequía produce grandes efectos en las fases posteriores del crecimiento de la planta (Tetsuya, 1975).

Las hojas se marchitan cuando son expuestas a la sequía en los estados de crecimiento vigoroso, lo que puede resultar en la disminución de la formación de materia seca. Al comienzo del periodo de crecimiento, las hojas no se marchitan fácilmente, pero cesa el crecimiento de la planta, lo que causa una fuerte reducción en la producción final de la materia seca, comparada con otros estados de crecimientos (Tetsuya, 1975).

El déficit de agua origina el marchitamiento de la planta. La fotosíntesis es frenada pero la respiración se eleva. Todas las funciones productivas interrumpen y ello puede conducir a la extinción de la planta (Meier, 1978).

**2.3.1.5 Temperatura.** La Stevia es altamente resistente a bajas temperaturas. Se ha observado que el crecimiento en el periodo invernal, es menos vigoroso que las otras estaciones, la temperatura óptima para la germinación de la semilla es de 20 °C, cuando la temperatura es de 25 a 30 °C, existe sensibilidad a la luz en la germinación de la semilla.

Con respecto a las temperaturas altas, las plantas son sensibles a los calores desecantes, notándose retorcimiento en los brotes terminales de las hojas, reponiéndose a medida que va bajando el calor. Esta reacción es característica en las plantas donde existe un desequilibrio entre absorción y evapotranspiración. Por esta razón es conveniente la protección de la parte aérea para disminuir el efecto de transpiración cuando el trasplante se realice en épocas calurosas.

**2.3.1.6 Fotoperíodo.** La Stevia es una planta de días corto y la floración con fotoperiodos de 11 horas, ocurre a los 46.4 días después de la siembra; con fotoperiodos de 12.5 horas, ocurre después de 92.6 días. El fotoperíodo también tiene influencia en el número de nudos; así como en 11 horas de fotoperiodo se tienen 13.3 nudos; con 14 horas de fotoperiodo se tienen 34 nudos, de lo cual se deduce que cuenta mayor sea el fotoperiodo, más alta será la planta (Kudo, 1974).

Los fotoperíodos largos aumentan la longitud de los entrenudos, área foliar, peso seco y aceleran la aparición de hojas. La materia seca se reduce a la mitad con fotoperíodos, de días cortos. Azúcares, proteínas y esteviósidos aumentan tanto en valores absolutos como relativos en días largos (Sagacuchi, 1982).

## **2.4 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES.**

La producción de plantines se efectúa, generalmente, empleando semillas verdaderas o por brotes (hijuelos o vástagos), siendo éste último el método de propagación más ventajoso (Duke, 2004).

**2.4.1 Propagación por semillas.** La producción de plantines se realiza en almácigos convencionales, similares a los de tabaco u hortalizas, pero con algunas recomendaciones y prácticas especiales, como ser la cobertura inmediatamente después de sembrar, con arpillera u otros textiles, a efectos de evitar que las semillas sean

arrastradas por el viento. Se recomienda consultar a un técnico especializado acerca de dichas prácticas particulares de los almácigos de Stevia, para optimizar la cantidad de plantines conseguidos (Duke, 2004).

**2.4.2 Propagación agámica (asexual o vegetativa).** Sin embargo, dada la variabilidad genética antes mencionada, que puede ocasionar un cultivo con plantas de características muy disímiles entre sí, lo conveniente es la clonación, es decir, la reproducción asexual ("de gajo"), a partir de plantas de características deseadas. Quizá los productores frutícolas sean los que mejor comprendan esta referencia, dado que conocen y utilizan la técnica de selección de "plantas madres", para extraer yemas (todas tienen la misma carga genética y componen un clon) a injertar sobre el pie deseado (Duke, 2004).

La calidad y cantidad de brotes que conforman cada cepa están directamente relacionadas, entre otros factores, con la edad y el manejo del cultivo que se ha de utilizar para la obtención del material de propagación. Por ello, se recomienda escoger para este fin una plantación constituida por cepas vigorosas de 3 a 4 años de edad, las cuales pueden contar con 20 o más brotes por planta (Duke, 2004).

**2.4.3 Transplante.** Para disminuir el estrés hídrico de los plantines y aumentar el porcentaje de "prendimiento", es conveniente realizar el transplante en días nublados y húmedos, o bien, a la mañana temprano o en las últimas horas de la tarde, evitando las horas de mayor temperatura. El suelo deberá contar con buena humedad, sea después de una lluvia, o dando un riego (Duke, 2004).

Deberá "hoyarse" el terreno a la distancia recomendada, con pala de puntear o un palo puntiagudo, y luego, acercar los plantines en arpilleras húmedas, para proceder a implantarlos. Estos deben ser manejados cuidadosamente, manteniéndolos a la sombra hasta el momento de plantarlos (Duke, 2004).

La plantación no difiere de otros cultivos de transplante como el tabaco y las hortalizas: deben colocarse las raíces dentro del hoyo en posición normal, agregar tierra y presionar ligeramente para asegurar un íntimo contacto entre la tierra húmeda y las raíces (Duke, 2004).

Luego, deberá efectuarse el denominado riego "de asiento". Hasta que los plantines se vean bien prendidos, deberán regarse periódicamente. Los riegos sucesivos, teniendo en cuenta el escaso volumen de suelo que exploran las raíces, deberán ser breves, pero frecuentes: cada uno a cuatro días, según la temperatura, humedad y estado visual de las plantas (Duke, 2004).

## **2.5 DENSIDAD.**

La densidad poblacional es el tema que más se ha discutido, donde altas densidades reducen el desarrollo de ramas laterales, decrece el rendimiento del peso de hoja seca, aumenta la mortalidad después de las cosechas hicieron ensayos de 50, 60 y 70 cm entre hileras con 10, 20 y 30 cm entre plantas no se detectaron diferencias de altura, número de ramas o número de nudos con el aumento de la densidad decreció el peso seco por planta existe una correlación positiva entre peso de hojas y número de ramas (Tetsuya, 1980 Kang (1980)).

En la actualidad, por altas densidades se reduce el tamaño de la planta, aumenta la mortalidad en el trasplante y cosecha, se recomienda una densidad de 100.000 plantas/ha con 50 cm entre surcos y 20 cm entre plantas (Molina, 1989).

Pinaya (1994) indica que con una densidad de 100.000 plantas/ha presentó mayor peso de hoja seca con 3600 kg/ha/año el primer año.

El principal factor que se tiene en cuenta para establecer la densidad de la plantación está representada por las maquinarias e implementos disponibles para realizar el control

de malezas y otras operaciones concernientes al manejo del cultivo. La densidad que generalmente se adopta oscila entre 57.000 a 66.600 plantas por hectárea, distribuida en hileras separadas a 50 cm, y plantas cada 35 a 30 cm en este caso, la limpieza entre hileras se efectúa con carpidor y, entre las plantas, con azada (Duke, (2004).

Respecto a la competencia en la densidad de plantación, una alta población significa un efecto competitivo entre plantas sembradas por luz, agua, nutrientes y espacio físico tanto sobre la superficie como debajo. Esta competencia se refleja en el tamaño de la planta (Ruiz (1993).

Es evidente que el aprovechamiento de una determinada superficie exige una cantidad de plantas óptimas para su máximo desarrollo. Cualquier variación sobre esta cantidad de plantas óptimas o la presencia de plantas ajenas al cultivo no deseable, tienen el carácter de factor limitante ( Collins, 1971).

## **2.6 TIPOS DE COMPETENCIA POBLACIONALES**

Según Holle (1985), la competencia de la población es una relación que se genera entre las plantas, las cuales compiten por la captación de nutrientes, luz, agua, aire, espacio vital y existen dos tipos de competencia:

- Competencia interespecífica: Entre el cultivo y otras especies (malezas).
- Competencia intraespecífica: Entre las plantas del mismo cultivo.

Según Holle (1985), las características de las plantas (rendimiento y calidad), se ven afectadas por la población, para cada cultivo existe un tamaño de población a partir del cual se establece las relaciones de competencia.

## **2.7 FERTILIZACIÓN.**

Los fertilizantes pueden con frecuencia duplicar o hasta triplicar los rendimientos de los cultivos, aplicando en dosis correcta, el nutriente que aporta el fertilizante (Chilón, 1997).

Según Duke (2004), la aplicación del abono de cobertura, debe oscilar entre 60 kg de nitrógeno (N) por hectárea, dividida en dos porciones, para ser aplicadas en igual número de oportunidades: se recomienda que la primera aplicación se efectúe a los 30 días, y la segunda, a los 60 días del trasplante.

Con el fin de mantener el cultivo en plena producción, después de cada corte se deberán aplicar las mismas dosis de P2 O5 y K2 O así como la del N, fraccionadas en dos momentos: una parte al inicio de la brotación y la otra 30 días más tarde. Para realizar la fertilización de reposición indicada con los materiales portadores de P2 O5 y K2 O, se deberá surcar superficialmente la tierra, a 20 cm de la hilera de plantas, empleando arado, surcadora u otro implemento adecuado. Si la parcela de cultivo tiene declive, tal surcado deberá ser efectuado a lo largo del lado más alto de la línea de plantación (Duke, 2004).

Los fertilizantes químicos aportan nutrientes esenciales a las plantas; sin embargo, no produce los mismos efectos que la materia orgánica, especialmente en las propiedades físicas del suelo. Una de las principales diferencias entre el abono orgánico y el fertilizante químico es que con el uso de fertilizantes químicos un agricultor sabe exactamente la cantidad de cada elemento aplicado, debido a la concentración conocida de los elementos que componen el fertilizante, lo cual normalmente no se da con la aplicación de fertilizantes orgánicos, como por ejemplo el estiércol (Chilón, 1997).

Existen formulaciones y/o combinaciones que pueden ser utilizadas en el momento de la fertilización química del cultivado de la Stevia, y una de la más recomendadas debido a su abundancia en el mercado, lo cual facilita su obtención, es:

- 60 kg de N
- 60 kg de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O)
- 120 kg de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Una de las recomendaciones más importantes, especialmente para el nitrógeno, es la de no aplicar en una sola oportunidad toda la dosis de fertilizante recomendada; esto es atendido al comportamiento nutricional de la planta en sus diferentes etapas de desarrollo; es decir que la planta presenta una exigencia nutricional variada en cada etapa de su desarrollo (Duke, 2004).

La aplicación del nitrógeno (N) se debe realizar como cobertura, dividida en dos dosis para ser aplicadas en igual número de oportunidades. Se recomienda realizar la primera aplicación a los 30 días después del trasplante y la segunda aplicación a los 60 días aproximadamente después del mismo. La aplicación de fertilizante con fuentes de (K) y fósforo (P) se debe realizar como abonadura de base o de fondo poco antes de realizar el trasplante de las mudas (Duke, 2004).

## **2.8 ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ESTEVIA.**

### **2.8.1 Selección del terreno.**

La elección del lugar donde se piensa establecer el cultivo de la estevia reviste de mucha importancia, ya que una buena ubicación del cultivo, va a ser la base para un adecuado manejo. Debe estar situado cerca de las vías de acceso carretero y secundario en buen estado, de modo que se facilite el transporte de insumos y productos. Debe de contar con disponibilidad de agua permanente para la aplicación del riego cuando sea necesario para el cultivo y también debe tener disposición de mano de obra para realizar todas las labores de establecimiento y sostenimiento (mantenimiento) de la plantación (Molero, 1984).

La topografía más recomendada y usada para el cultivo de la estevia es la plana, aunque puede prosperar en terrenos ondulados, con pendientes menores a 20%. La estevia es un cultivo exigente en labores y desyerbes, por lo cual ofrece poca protección al suelo, por eso es importante, en terrenos ondulados, realizar curvas a nivel antes de establecer el cultivo (Molero, 1984).

### **2.8.2 Densidad de plantación.**

Es el número de plantas que se pueden plantar por unidad de superficie y esto depende de diversos factores como el clima, la humedad relativa, la luminosidad y la fertilidad del suelo, entre otros.

Las altas densidades, reducen el desarrollo de ramas laterales y merman el rendimiento de peso seco por planta, aumentado el número de plantas muertas en la cosecha y esto causa dificultad en la producción de la misma, se recomienda la siguientes densidades: 25 X 25 cm y 30 X 30 cm en marco real (Pinaya, A. 1996).

### **2.8.3 Plantación.**

La estevia puede plantarse en cualquier época del año, siempre y cuando se cuente con un sistema de riego. Para asegurar el éxito del trasplante es recomendable iniciar las plantaciones, en los meses en que se inician las lluvias. El plantín debe plantarse profundo, dejando enterrados los dos primeros pares de hoja, con el fin de garantizar los rebrotes desde la superficie del suelo (Pinaya, A. 1996).

Antes de realizar el proceso de plantado es importante que la cama cuente con todo las enmiendas químicas y orgánicas y de la misma manera se encuentre el sustrato esterilizado o desinfectado para evitar que los plantines sufran algún tipo de ataque por plagas, enfermedades o competencia por malezas (Pinaya, A. 1996).

### **2.8.4 Variedades.**

En el cultivo de la stevia existen materiales criollos principalmente provenientes de Paraguay y Brasil; cuando las plantaciones se realizan provenientes de estos materiales se tienen plantas que presentan diferencias morfológicas y fenológicas, por lo tanto, existe variabilidad en sus componentes de rendimiento como son tamaño de planta, longitud y ancho de hoja, así como época de floración y cosecha (Jordan, M. 1984).

### **2.8.5 Podas.**

Las podas son muy importantes para el desarrollo y cuidado de la stevia, se deben hacer en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde, evitando horas o días de alta radiación solar, de tal manera de evitar deshidratación y secamiento de las ramas secundarias y terciarias (Jordan, M. 1984).

La herramienta más recomendada para realizar cualquier tipo de poda es la tijera podadora, esta herramienta debe ser desinfectada antes de iniciar la poda y cuando se va a cambiar de era, para esto se puede utilizar productos desinfectantes a base de yodo que se encuentra en el mercado (Berthona, A. 1986).

**2.8.5.1 Poda de formación:** La poda de formación se realiza a los ocho días después de la plantación en campo. Esta poda consiste en cortar el ápice o yema terminal de la plántula dejando como mínimo tres o cuatro pares de hoja con el propósito de estimular la brotación de las ramas laterales (Jordan, M. 1984).

Después de cada poda es recomendable aplicar un fungicida y un fertilizante foliar. El fungicida, con el fin de proteger la herida causada, de la entrada de patógenos y el fertilizante foliar, para estimular la brotación de las yemas o rebrotes (Jordan, M. 1984).

**2.8.5.2 Poda sanitaria:** Se realiza para eliminar ramas que han sufrido daño mecánico, o que estén afectadas principalmente por *Septoria*; en algunas ocasiones cuando las plantas presentan mucha floración, es conveniente podar toda la planta a unos 25 cm del suelo, con el fin de estimular el crecimiento vegetativo (Jordan, M. 1984).

**2.8.5.3 Poda renovación:** Se realiza un corte por parejo a toda la planta a unos 25 cm del suelo, con el propósito de renovar el área productiva. Esta poda se realiza cuando la productividad de la planta está en descenso o por *Septoria*, que se observa cuando la enfermedad ha avanzado al tercio medio y superior de la planta (Jordan, M. 1984).

**2.8.6 Riego.**El riego es fundamental para el cultivo de la estevia, ya que esta no tolera largos periodos de sequía. En cultivos establecidos en zonas en donde la precipitación anual es inferior a los 1,400 mm. en general es recomendable la utilización de sistemas de irrigación, la necesidad hídrica del cultivo es de 5 mm diarios aplicados con intervalos de 3 días si el suelo es del tipo arenoso y de cada 5 días si es del tipo ligeramente arcilloso. El riego se debe suspender 15 días antes de la cosecha, de manera de no afectar el tenor dulzor de glucósidos en la hoja (Kramer, P. J. 1974).

**2.8.7 Fertilización.**Luego de tener identificados los terrenos en donde se piensa cultivar estevia y después de verificar que estos cumplan con las condiciones agroecológicas ideales para establecer una explotación comercial de la variedad de estevia seleccionada, se debe realizar un análisis de suelo de manera que se conozca las deficiencias y necesidades, para establecer el plan de fertilización química y orgánica, más conveniente para su unidad productiva (Kramer, P. J. 1974).

## **2.9 IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS LÍQUIDOS.**

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica se le da gran importancia a este tipo de abonos y cada vez se están utilizando más en los cultivos intensivos. No se puede evitar la importancia que tiene en mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Kolmans, 1996 y Cervantes, 2004).

Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la nutrición de las plantas, también para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos

y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir a los fertilizantes químicos altamente dañinos los cuales son muy caros y dependientes a los campesinos haciéndolos cada vez más pobres (Restrepo, 2002).

### **2.9.1 Ventajas.**

Las ventajas del uso de estos productos orgánicos son:

- Utilización de recursos locales y fáciles de conseguir.
- Inversión muy baja.
- Se observan resultados a corto plazo.
- El aumento de la resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades.
- Los cultivos perennes tratados con abonos líquidos se recuperan más rápido del estrés de la post cosecha.
- El mejoramiento y la conservación del medio ambiente y la protección de la naturaleza incluyendo la vida del suelo.

## **2.10 LABORES CULTURALES.**

**2.10.1 Carpida.** Las plantas de Stevia soporta poco la competencia de nutrientes y agua con otras yerbas, por tanto hay que dar limpiezas sistemáticas a la plantación desde el inicio de su desarrollo (Molinas, 1989).

### **2.10.2 Aporque.**

Las plantas necesitan que se aporque después de las lluvias o riegos así como después de las cosechas para reducir el acame de las plantas o la caída de las plantas y mantiene a retener la humedad del suelo alrededor de la planta (Sumida, 1980).

Según Duke (2004), Esta práctica todavía se encuentra discutida para la Stevia, algunos afirman que es conveniente porque evita el "encame" de las plantas, y mejora la conservación de humedad. Otros afirman que el inconveniente es que el sistema radicular cada vez se va más arriba, haciéndose cada vez más crítica la absorción de

agua y nutrientes, con sus consecuentes efectos sobre el normal desarrollo de las plantas.

**2.10.3 Fumigaciones.** Se debe realizar aspersiones con insecticidas y fungicidas de baja toxicidad o productos orgánicos. Hasta el momento son pocos los insectos que dañan a la Stevia, existe ataques esporádicos de orugas y cochinillas en las raíces (Duke, 2004).

## **2.11 ENFERMEDADES.**

Los más abundantes y dañinos son los hongos que atacan al follaje, que abundan especialmente en épocas de altas temperaturas, exceso de lluvias, suelos pobres y mala aireación, los que más abundan son:

- **Pudrición violácea.** Causado por el hongo *Rhizoctonia solani* se caracteriza por presentar manchas hundidas, cóncavas y oscuras en el tallo y raíz similar a la estrangulación del “Damping off” provocado marchites y posteriormente la muerte de la planta, se recomienda para el control preventivo Ridomil (Randi, 1981).
- **Mancha foliar.** El agente causal es el hongo *Septoria Steviae*, presenta mancha foliar pequeño de forma irregular primero de color marrón claro y finalmente marrón oscuro, manteniendo un halo amarillento, se recomienda el uso de benlate (Ishiba, 1982).
- **Mancha negra.** El agente causal es el hongo *Alternaria Steviae*, son mancha negras de mayor tamaño, que empieza desde hojas inferiores (Ishiba, 1982).
- ***Septoria steviae*.** Esta enfermedad se caracteriza por lesiones angulares, brillantes, de color gris-oliva y marrón que rápidamente se unen y se rodean de un halo clorótico. Las hojas se necrosan y caen de la planta. La enfermedad

afecta severamente las hojas basales, llegando a causar necrosis total del tercio inferior de la planta.

- ***Oidium sp.*** Los síntomas se inician con un crecimiento blanco en la superficie de las hojas y ramas. A medida que el hongo crece, las zonas afectadas se vuelven amarillas y finalmente se necrosan (Casaccia y Alvarez, 2006).
- ***Rhizoctonia sp.*** Las plantas afectadas manifiestan marchites y pérdida de turgencia de las hojas. Posteriormente se observa un amarillamiento y secamiento de la planta.
- ***Sclerotium rolfsii.*** Es la enfermedad más frecuente en plantines en cama de enraizamiento. Los plantines afectados manifiestan marchites y pérdida de la turgencia de las hojas. El hongo afecta el tallo principal, produciendo una lesión café oscura en su base, que generalmente se acompaña de diminutas bolitas de color castaño, llamados esclerocios. En las hojas que entran en contacto con sustrato infectado se produce lesiones circulares de anillos concéntricos. También ataca plantas adultas y puede causar alta mortandad en el lugar definitivo. Produce mancha algodonosa alrededor del cuello de la planta.

## **2.12 CONTROL DE LA MALEZA.**

La estevia se puede considerar como una especie poco competitiva con las arvenses (también llamadas maleza), lo cual se debe especialmente al bajo porte que normalmente presenta la planta, en función de las constantes podas que se realizan, como parte del manejo agronómico, favoreciendo la diseminación y crecimiento de las arvenses al interior del cultivo, especialmente en las épocas de rebrotes, después de cada cosecha y presentándose con mayor rapidez con la presencia de las lluvias.

Los métodos más comunes para el manejo y control de malezas son:

**2.12.1 Control químico:** el uso de productos químicos son eficaces si se logra implementarlos antes de la plantación y con la ayuda de métodos físicos (manuales) durante el ciclo de producción. De la misma manera dada la naturaleza de la explotación intensiva del cultivo mediante camas, la utilización de herbicidas y su manejo se limita ya que puede causar severas pérdidas económicas en el cultivo y al medio ambiente.

**2.12.2 Deshierbe manual:** Este es el método tradicional más practicado en las zonas productoras del cultivo en el mundo debido a la explotación en camas, el uso de machetes y coas debe ser utilizado con bastante cuidado de modo de evitar daños mecánicos a las plantas y si se cuenta con mangueras de riego por goteo evitar algún corte; de la misma manera toda herramienta que se utilice para tal fin debe de ser lavada y desinfectada antes, durante y después de realizar los trabajos de limpieza de las camas.

## **2.13 CONTROL DE PLAGAS.**

- **Coleópteros.** *P. menetriesi* es la especie más dañina en el cultivo de la estevia, principalmente en los estados larvales, atacando raíces, atrofiando el crecimiento.
- **Termitas o comejenes.** Estos son habitantes naturales del suelo y la madera es su alimento preferido; Forman colonias en el suelo, en las maderas blandas y también en otros materiales en descomposición, como por ejemplo en materia orgánica no comportada.
- **Picudos.** El picudo del follaje, se ve favorecido cuando no se realizan las practicas adecuadas de cultivo, tales como falta de podas sanitarias, poco o nulo control de malezas y distancias de siembra muy cortas, entre otras. En periodos secos definidos, se observa la disminución de la plaga. Al inicio de las lluvias reaparece nuevamente. Este *curculionido* se considera una plaga de doble acción, ya que el adulto causa daños a las hojas y flores y la larva a las raíces.

- **Hormiga Arriera o Cortadora.** Las hormigas recolectoras hacen cortes semicirculares en el follaje. Los pedazos cortados son cargados por ellas hasta el nido, para lo cual usan una misma “vía”. Por ello es común ver las arrieras caminando con los pedacitos de hoja cortada, una hormiga detrás de la otra, por unos espacios típicos denominados “camino de arriera”.
- **Áfidos o Pulgones.** Estos son insectos pequeños, que miden entre 0,5 a 6 mm de longitud. Esto son chupadores de savia y se localizan preferentemente en las partes más jóvenes de la planta, donde viven en tal cantidad que las recubren completamente. Dentro de los grandes perjuicios que causan los áfidos están la transmisión de enfermedades virales.

### **III. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN.**

El municipio de Bermejo se encuentra localizado en la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija a 175 Km de la ciudad capital. Geográficamente está entre las coordenadas 22° 35' 24'' – 22° 52' 09'' de Latitud Sur y 64° 26' 09'' – 64° 14' 16'' de Latitud Oeste; al Norte limita con la Serranía 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. La altura sobre el nivel del mar está entre 400 - 415 msnm (Corregimiento Mayor de Bermejo, 2001).

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Candado Chico que pertenece al municipio de Bermejo, la comunidad de Candado Chico se encuentra a 3 Kilómetros de la ciudad de Bermejo y se encuentra localizada en las coordenadas 22°60'33 latitud y a 64°43'33 de longitud.

#### **3.2 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS.**

##### **3.2.1 CLIMA.**

El triángulo de Bermejo tiene un clima subtropical semihúmedo, con una temperatura máxima extrema hasta de 47° C y una temperatura mínima extrema de -4° C, siendo la temperatura media anual de 22° C; la humedad relativa media de 57,4 % y una precipitación pluvial que oscila entre 1000 a 1500 mm (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares de Navegación Aérea-AASANA, 2011).

##### **3.2.2 SUELOS,**

Los suelos son de origen aluvial en los márgenes de los ríos, donde existen relieves planos en mayor proporción y pendientes moderadas en pie de monte, destacando en ellos el cultivo de la caña de azúcar y frutales; y los suelos de origen coluvial, ocupan posiciones de ladera con relieve de pendientes onduladas y ligeramente quebradas. En general los suelos se caracterizan por ser moderadamente erosionables; pues existen

áreas de cultivo en laderas que sobrepasan el 30 % de pendiente y con una estructura de afloramientos rocosos la textura es variable, encontrando desde arenosos, franco arenosos, franco arcillosos, arcillosos y otros en menor proporción (Galean, 2001).

### **3.3 MATERIALES.**

#### **3.3.1 Materiales de campo.**

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Plantines de stevia. | Regadera.            |
| Machete.             | Equipo pulverizador. |
| Flexómetro.          | Fertilizantes.       |
| Tanza.               | Tijeras de podar.    |
| Estacas.             | Baldes.              |
| Azada.               | Tablero de campo.    |
| Pala.                |                      |
| Rastrillo.           |                      |

#### **3.3.2 Materiales de escritorio.**

Computadora.  
Impresora.  
Calculadora.

### **3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Se utilizó un diseño completamente al azar de parcelas divididas con 9 tratamientos y cinco repeticiones haciendo un total de 45 unidades experimentales en total.

### **3.5 TRABAJO DE CAMPO.**

El trabajo de campo se realizó siguiendo de manera ordenada un cronograma de actividades de campo aunque algunas labores no se pudieron realizar en la fecha establecida por algunos cambios climáticos como la lluvia ahora se describirá todos los pasos y labores que se realizaron en el trabajo de campo.

#### **3.5.1 Selección y desmalezado del terreno.**

Se seleccionó un terreno que tenía todas las condiciones que necesita el cultivo de la stevia que sea suelto, liviano y que tenga buena retención de humedad. El desmalezado del terreno se lo realizó de forma manual con un machete, se tardó aproximadamente tres días en tener todo el terreno limpio de malezas.

### **3.5.2 Preparación y trazado de las parcelas.**

Una vez que el terreno estaba limpio se procedió al trazado de las parcelas con sus medidas ya establecidas que fueron de 4 metros de largo por 2 metros de ancho de estas parcelas se tuvieron que realizar 9 en total, haciendo en total de 72 metros cuadrados en total de todo el ensayo. Teniendo las parcelas dimensionadas con estacas y tanza se realizó un desterronado de todas las parcelas para que el suelo esté en condiciones óptimas de soltura para realizar el trasplante de las plantas de stevia.

### **3.5.3 Trazado de los surcos de acuerdo a las densidades establecidas.**

Cuando se logró tener el suelo bien mullido con una azada y un rastrillo se igualo el suelo de forma uniforme, para luego proceder al trazado de los surcos a las densidades establecidas que fueron 25cm por 40cm, 30cm por 40cm y 40 cm por 40cm, con el azadón se abrieron los surcos midiendo uno por uno con un flexómetro.

### **3.5.4 Obtención y trasplante de las plantas de stevia.**

Las plantas de stevia se obtuvieron en el mes de junio, las que fueron enviadas del departamento de Cochabamba, el proveedor fue el Técnico. Superior en agropecuaria Rodrigo Veizaga el cual es experto conocedor del cultivo de stevia, una vez que las plantas estaban en nuestras manos se procedió al trasplante de las raíces de stevia a la densidad definida, se abrieron los surcos con una palita de jardín pequeña, las plantas se las coloco en el agujero y se las cubrió con la misma tierra que se extrajo para realizar el agujero.

### **3.5.5 Riego a las plantas de stevia.**

El primer riego se realizó después del trasplante como riego de asiento, después se realizaron varios riegos por motivos de las altas temperaturas que se presentaron en algunos meses, el riego se realizó con una regadera con agua de una quebrada que pasa cerca del lugar de ensayo, los riegos tuvieron que ser realizados con una frecuencia de cada 3 días y fueron realizado en la madrugada para que las plantas pudieran aprovechar bien el agua antes q de que saliera el sol.

### **3.5.6 Desmalezado de las parcelas.**

Cuando se realizaba el riego no solo ayudaba a las plantas de stevia sino que también favorecía a maleza como el cebollín, la rogelia, tártagos y otras gramíneas que fueron las malezas que se presentaron durante todo el periodo el ensayo en campo, una de las malezas más duras en ser eliminadas de la zona es el cebollín (*cyperus rotundus*) el cual es muy agresivo y difícil para su erradicación, todo el control de malezas fue manual para no causar ningún daño a las plantas de stevia con la aplicación de algún herbicida.

### **3.5.7 Aplicación de los fertilizantes.**

La aplicación de los fertilizantes (súper macollo 200ml x 20lt de agua, extracto de stevia 20ml x 20lt de agua y la urea 1kg x 20lt de agua) se realizó una vez que las plantas tuvieron un crecimiento adecuado, fue a los 20cm de altura de la planta, es decir después de un mes que se realizó el trasplante de las plantas, por cada mes se realizó una aplicación de los fertilizantes con la utilización de una bomba manual para pulverizar.

### **3.5.8 Aporque de las plantas.**

A las plantas de stevia también se las realizo la labor del aporque ya que sus tallos secundarios crecieron y por el propio peso comenzaron a acamarse (echarse) en el suelo y para que esto no perjudique al desarrollo de las hojas con una azada se realizó el aporque de todas las plantas, que comprende en dar o amontonar tierra en la parte inferior del tallo de las plantas.

### 3.5.9 Cortado de las plantas.

Las plantas de stevia fueron cortadas el día domingo 11 de Noviembre, en este tiempo las plantas ya estaban listas para ser cortadas porque ya estaban floreciendo algunas de plantas y ya fue un parámetro que se tomó para realizar el corte y también que ya habían pasado los 6 meses que son para el desarrollo total del cultivo de la stevia, eñl corte se realizó con tijeras de podar a la altura de 2 a 3 centímetros del cuello del tallo.

### 3.5.10 Evaluaciones en campo.

Las evaluaciones que se realizaron en campo fueron hechas a su tiempo y con mucho cuidado y siempre mostrando la veracidad del presente trabajo de campo que se realizó, también se hicieron las evaluaciones con los instrumentos adecuados como un flexómetro, una regla y un calibrador, para responder las variables que se propusieron desde un principio en el trabajo de campo.

## 3.6 Factores en estudio.

### 3.6.1 Densidades.

D1= densidad 0,25m x 0,40m (100000 plantas/hectárea).

D2= densidad 0,30m x 0,40m (83 333 plantas/hectárea).

D3= densidad 0,40m x 0,40m (62 500 plantas/hectárea).

### 3.6.2 Fertilización.

F1= fertilizante: extracto de stevia.

F2= fertilizante: urea liquida.

F3= fertilizante: fertilizante compuesto (súper macollo).

### 3.6.3 Descripción de los tratamientos.

| Tratamiento | Código | Distancia de plantas (cm) | Fertilizantes      |
|-------------|--------|---------------------------|--------------------|
| T1          | D1F1   | 25x40                     | extracto de stevia |
| T2          | D1F2   | 25x40                     | urea liquida       |

|    |      |       |                    |
|----|------|-------|--------------------|
| T3 | D1F3 | 25x40 | fétil. compuesto   |
| T4 | D2F1 | 30x40 | extracto de stevia |
| T5 | D2F2 | 30x40 | urea liquida       |
| T6 | D2G3 | 30x40 | fétil. compuesto   |
| T7 | D3F1 | 40x40 | extracto de stevia |
| T8 | D3F2 | 40x40 | urea liquida       |
| T9 | D3F3 | 40x40 | fétil. compuesto   |

### **3.7 Variables evaluadas.**

#### **3.7.1 Altura evaluada.**

Se midió la altura, tomada desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más alta, las lecturas fueron tomadas a partir de los 30 días posteriores al trasplante. Para la medición se utilizó un flexómetro graduado en centímetros.

#### **3.7.2 Número de hojas.**

Para evaluar esta variable se contaron todas las hojas de cada planta que se evaluo por tratamiento, solo se contaron las hojas que ya estaban desarrolladas y no haci las pequeñas por que las hojas pequeñas todavía no contaban con el tamaño definido totalmente.

#### **3.7.3 número de tallos.**

Esta evaluación fue muy importante realizarla porque así vimos el desarrollo vegetativo cuantitativo se contaron todos los tallos o brotes que emitieron las plantas estas evaluaciones también fue cada 30 días.

#### **3.8.4 Largo de las raíces.**

Esta evaluación se realizó para ver el desarrollo radicular que tuvieron las raíces ya que es una parte fundamental para el desarrollo de este cultivo, las mediciones se las realizaron

solamente dos veces, la primera cuando se trasplantaron las plantas y la segunda cuando se cortaron las plantas.

### **3.8.5 Rendimiento en fresco.**

Este rendimiento se midió cuando se cortaron todas las plantas de todos los tratamientos, para obtener el rendimiento se pesó todas plantas de cada tratamiento con todos los tallos y después se realizó el deshojado de cada una de las plantas y así saber cuál era el rendimiento de solamente la hoja que es la parte de planta que más se utiliza y comercializa.

### **3.8.6 Rendimiento en seco.**

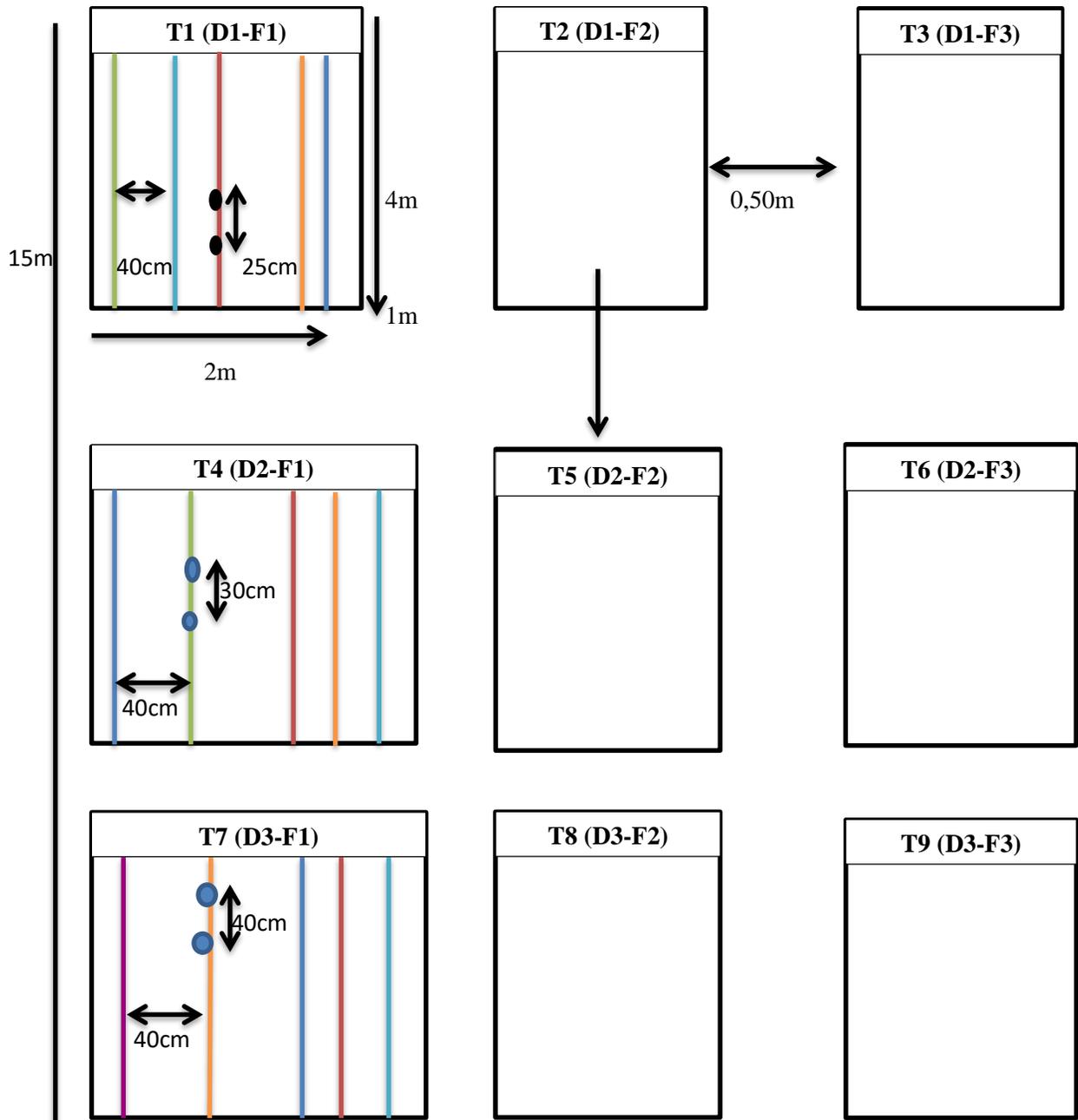
Una vez que se tuvo los datos del peso en fresco las hojas fueron colocadas en un lugar para que se secaran de forma natural por un lapso de una semana, una vez que las hojas se secaron del todo sacamos otras mediciones en kilos para comparar con el rendimiento en fresco y ver la diferencia que existe entre las hojas verdes y cuanto disminuye al secarse.

### **3.9 Análisis de datos estadísticos.**

Una vez tomados los datos para la evaluación de las variables se procedió al cálculo del coeficiente variación, pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, densidades y la fertilización y su interacción.

### **3.10 ESQUEMA DEL DISEÑO EN CAMPO.**

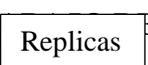
10 m



**IV.RESULTADOS Y**

**DISCUSIONES.**

**4.1 INICIO DE TR**



**E CAMPO.**



Distancia de surco a surco



Distancia de planta a planta

El trabajo de campo se dio inicio el día 13 de mayo con las labores iniciales como la limpieza del terreno y se terminó el 4 de noviembre del 2018 con el corte de las plantas.

#### **4.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS QUE SE PRESENTARON DURANTE EL TRABAJO.**

Es una zona climática predominante de clima cálido semi húmedo que comprende toda el área del Municipio de Bermejo.

##### **4.2.1 Climatología.**

Para la determinación de los parámetros climáticos se ha recurrido a la estación de la Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA) ubicada en la pista de aterrizaje en Bermejo. Esta estación por su ubicación dentro del área de municipio, reflejan de manera confiable y fidedigna las condiciones climatológicas en la zona.

#### **CUADRO N° 1 Datos climatológicos de la región de Bermejo 2018 media mensual.**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación fueron:

| <b>Índice</b>    | <b>Unidad</b> | <b>May</b> | <b>Jun</b> | <b>Jul</b> | <b>Ago</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Promedio</b> |
|------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| Temp. media      | °C            | 15.4       | 16.9       | 16.4       | 19.5       | 17.4       | 18.4       | 17.33           |
| Temp. máxima     | °C            | 30.5       | 29.5       | 32.5       | 36.5       | 35.2       | 38.4       | 33.76           |
| Temp. minima     | °C            | 6.5        | 3.5        | 3.5        | 4.0        | 10.6       | 14         | 7.01            |
| Precipitación    | mm            | 11.3       | 30.3       | 6.0        | 15.4       | 12.4       | 10.8       | 14.36           |
| Humedad relativa | %             | 83         | 87         | 77         | 70         | 66         | 50         | 72.16           |

#### **4.3 ALTURA DE PLANTAS.**

La altura se evaluó cada 30 días para tener varios datos, no tuvieron una diferencia alta porque el crecimiento fue casi homogéneo. Para la evaluación se realizaron tres

frecuencias una a los 30 días después del trasplante otra a los 90 días y la última a los 150 días, es decir al comienzo en la parte media y al final del trabajo.

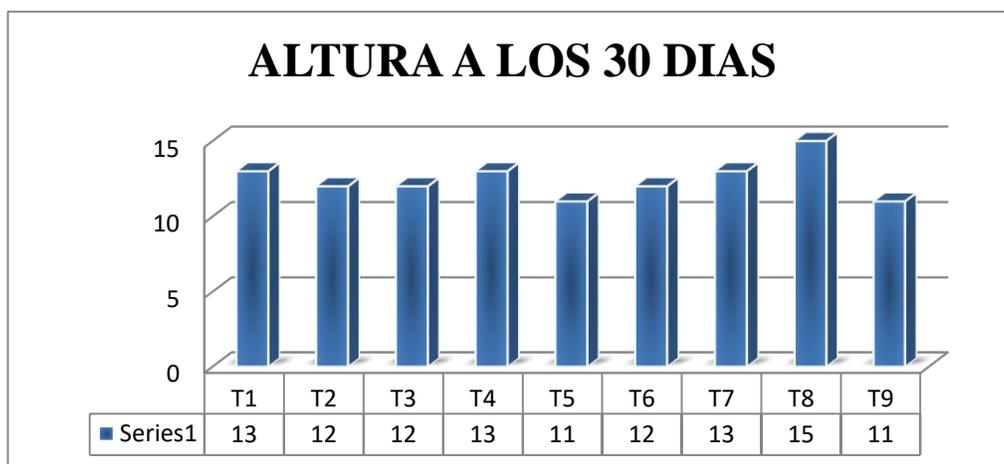
**CUADRO N° 2 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de altura de plantas a los 30 días.**

| FUENTES DE VARIACION | GL | SCM    | CM   | FC   | FT   |      |
|----------------------|----|--------|------|------|------|------|
|                      |    |        |      |      | 5%   | 1%   |
| TRATAMIENTOS         | 8  | 40,98  | 5,12 | 2,10 | 2,24 | 3,17 |
| BLOQUES              | 4  | 9,47   | 2,37 | 0,97 | 2,67 | 4,02 |
| ERROR                | 32 | 78,13  | 2,44 |      |      |      |
| FACTOR DENSIDAD      | 2  | 4,04   | 2,02 | 0,83 | 3,29 | 5,39 |
| FACTOR FERTILIZACION | 2  | 13,38  | 6,69 | 2,74 | 3,29 | 5,39 |
| INTERACCION D/F      | 4  | 23,56  | 5,89 | 2,41 | 2,67 | 4,02 |
| TOTAL                | 44 | 128,58 |      |      |      |      |

Según el análisis de varianza realizado para la evaluación de altura de plantas a los 30 días se observa que no hay diferencia significativa (ns) en los 9 tratamientos porque la efe calculada (fc) es menor que la efe tabulada (ft) tanto al 5% como al 1%, no difieren tanto en los tratamientos como en el factor densidad y el factor fertilización.

El promedio se lo saco con las medias de cada una de las medias de las muestras tomadas de las repeticiones para sacar una media promedio para todo el tratamiento.

**CUADRO N° 3 Promedio de altura de plantas a los 30 días.**



En el cuadro número 2 se pueden observar las diferencias que hubo entre los diferentes tratamientos reflejando que si hubo un crecimiento un poco diferente los primeros 30 días donde el tratamiento 8 (T8) fue el que creció mas en diferencia con los demás tratamientos, mientras que el tratamiento 5 (T5) y el tratamiento 9 (T9) fueron los que tuvieron el menor crecimiento pero vemos que no es una diferencia alta.

**CUADRO N° 4 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de altura de plantas a los 90 días.**

| FUENTES DE VARIACION | GL | SCM    | CM    | FC   | FT   |      |
|----------------------|----|--------|-------|------|------|------|
|                      |    |        |       |      | 5%   | 1%   |
| TRATAMIENTOS         | 8  | 149,38 | 18,67 | 3,91 | 2,24 | 3,17 |
| BLOQUES              | 4  | 6,98   | 1,74  | 0,37 | 2,67 | 4,02 |
| ERROR                | 32 | 152,62 | 4,77  |      |      |      |
| FACTOR DENSIDAD      | 2  | 15,24  | 7,62  | 1,60 | 3,29 | 5,39 |
| FAC.FERTILIZACION    | 2  | 40,71  | 20,36 | 4,27 | 3,29 | 5,39 |
| INTERACCION D/F      | 4  | 93,42  | 23,36 | 4,90 | 2,67 | 4,02 |
| TOTAL                | 44 | 308,98 |       |      |      |      |

En el cuadro de análisis de varianza se puede observar que, en este caso de la variable de altura a los 90 días, si existe una diferencia significativa entre la FC y la FT al 5% por tanto también difiere al 1% entre los tratamientos.

**CUADRO N° 5 Diferencia estadística de los tratamientos con la prueba de medias de TUKEY AL 5%.**

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO |    |
|--------------|----------|----|
| T8 (D3 F2)   | 33,8     | A  |
| T4 (D2 F1)   | 32       | AB |
| T1 (D1 F1)   | 31,8     | AB |
| T7 (D3 F1)   | 31,8     | AB |
| T6 (D2 F3)   | 30,6     | AB |
| T3 (D1 F3)   | 29,6     | AB |
| T2 (D1 F2)   | 29,2     | AB |
| T9 (D3 F3)   | 28,6     | B  |
| T5 (D2 F2)   | 27,8     | B  |

La prueba de medias de TUKEY se realiza para poder verificar con certeza que tratamientos difieren entre ellos por eso se coloca las letras(A y B) por eso del siguiente enunciado “PROMEDIOS SEGUIDOS DE LETRAS IGUALES NO DIFIEREN SEGUN TUKEY AL 5%”.Con la prueba de TUKEY verificamos que si existe diferencia entre tratamientos, el tratamiento 8 difiere de manera positiva del resto de los tratamientos, mientras que en el tratamiento 4, 1,7, 6, 3, 2 son iguales o no defieren entre ellos pero también el tratamiento 9 y 5 también difieren pero de manera negativo de los demás tratamientos.

**CUADRO N° 6 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| FERTILIZACION | MEDIA | LETRA |
|---------------|-------|-------|
| F1            | 31,87 | A     |
| F2            | 30,27 | AB    |
| F3            | 29,60 | B     |

En el cuadro del ANVA también se puede ver que hay diferencia en el factor fertilización para esto se realizó la prueba de TUKEY para verificar que fertilizante es el que hace la diferencia en la prueba indica que se existe diferencia entre los

fertilizantes indicando que el fertilizante 1 es el fertilizante con diferencia positiva entre los otros fertilizantes, el fertilizante 2 está entre bueno y malo y el fertilizante 3 sería el negativo en la variable de la altura a los 90 días.

**CUADRO N° 7 Promedio de altura de plantas a los 90 días.**



En el cuadro de las medias de los tratamientos vemos que no difieren mucho entre ellos pero esto es a nivel general del tratamiento por eso no se pueden observar la diferencia que hubo dentro del tratamiento y para eso se realizan las otras pruebas tanto del ANVA y de TUKEY.

**CUADRO N° 8 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de altura de plantas a los 150 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.    | C.M    | F.C.         | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|---------|--------|--------------|-------------|-------------|
|                               |      |         |        |              | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 3513,20 | -      | -            | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 2166,80 | 270,85 | <b>8,35</b>  | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 307,87  | 76,97  | <b>2,37</b>  | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 1038,53 | 32,45  | -            | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 418,53  | 209,27 | <b>6,45</b>  | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 975,60  | 487,80 | <b>15,03</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 772,67  | 193,17 | <b>5,95</b>  | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

En el cuadro de ANVA de altura de plantas a los 150 días vemos que hay diferencia entre los tratamientos tanto al 5% y al 1% significativamente por que la FC es mayor que la FT.

**CUADRO N° 9 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|---------------------|-----------------|--------------|
| <b>T8(D3 F2)</b>    | <b>65,00</b>    | <b>A</b>     |
| <b>T5(D2 F2)</b>    | <b>58,40</b>    | <b>AB</b>    |
| <b>T6(D2 F3)</b>    | <b>55,60</b>    | <b>AB</b>    |
| <b>T9(D3 F3)</b>    | <b>52,60</b>    | <b>B</b>     |
| <b>T4(D2 F1)</b>    | <b>50,00</b>    | <b>BC</b>    |
| <b>T2(D1 F2)</b>    | <b>48,00</b>    | <b>BC</b>    |
| <b>T1(D1 F1)</b>    | <b>47,20</b>    | <b>BC</b>    |
| <b>T3(D1 F3)</b>    | <b>47,00</b>    | <b>BC</b>    |
| <b>T7(D3 F1)</b>    | <b>40,00</b>    | <b>C</b>     |

La diferencia de los tratamientos dice que el mejor es el tratamiento 8 seguido de los tratamientos 5 y 6 que son iguales pero estos difieren del tratamiento 9, los tratamientos 4, 2, 1 y 3 son iguales estadísticamente y el ultimo tratamiento el 7 difieren de todos los otros y es el que tiene menos desarrollo de hojas.

**CUADRO N° 10 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

| <b>DENSIDAD</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>D2</b>       | <b>54,67</b>    | <b>A</b>     |
| <b>D3</b>       | <b>52,53</b>    | <b>A</b>     |
| <b>D1</b>       | <b>47,40</b>    | <b>B</b>     |

También refleja diferencia significativamente en el factor densidad que refleja que las densidades D2 Y D3 son mejor que la D3 para el desarrollo de la altura de plantas.

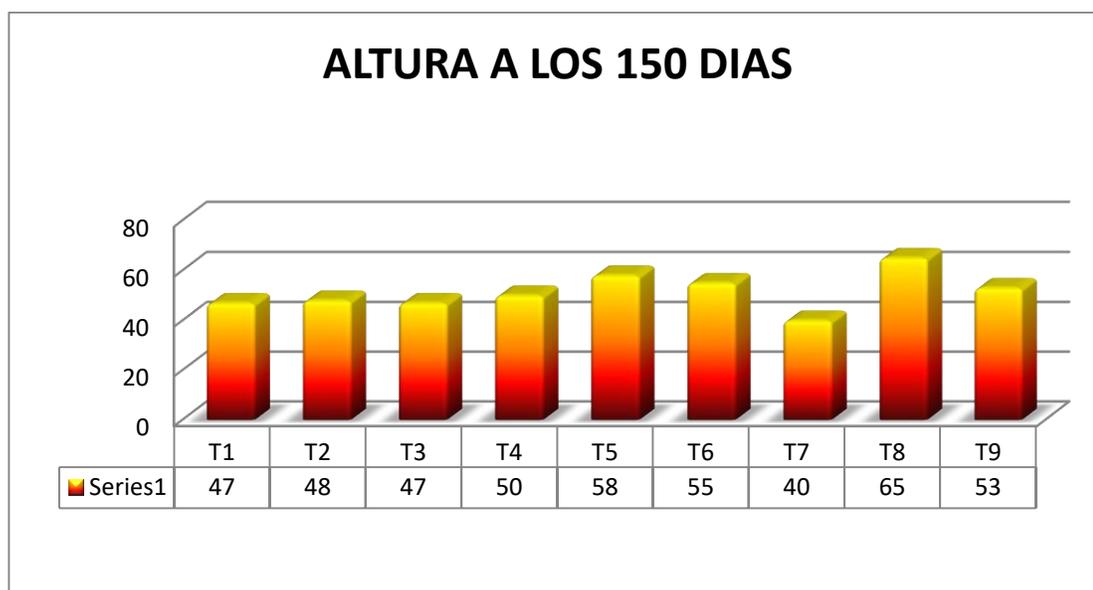
**CUADRO N° 11 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| <b>FERTILIZACION</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|----------------------|-----------------|--------------|
| <b>F2</b>            | <b>57,13</b>    | <b>A</b>     |

|           |              |          |
|-----------|--------------|----------|
| <b>F3</b> | <b>51,73</b> | <b>B</b> |
| <b>F1</b> | <b>45,73</b> | <b>C</b> |

Al encontrar diferencia también en el nivel de fertilización se realizó la prueba de TUKEY dando como resultado en este caso que los tres niveles son diferentes del todo diciendo que aplicando cualquier fertilizante tendremos un buen crecimiento.

**CUADRO N° 12 Promedio de altura de plantas a los 150 días.**



En la última evaluación tomada el mejor tratamiento durante todo el trabajo de campo fue el tratamiento número 8 con una altura promedio de 65cm durante todo el tiempo que las plantas estuvieron en campo el tratamiento 8 desarrolló más en relación a los demás tratamientos.

Estos datos concuerdan con lo que dice el autor Ruiz que indica que las plantas se desarrollan mejor cuando tienen una densidad más cómoda es decir tener más espacio entre las plantas, y el tratamiento 8 estuvo a una densidad de 40cm por 40cm. Por parte de la parte de la fertilización Duque observa que al aplicar un fertilizante nitrogenado

aporta mucho al desarrollo de la parte foliar de la planta, es por eso también que el tratamiento 8 pudo tener una ventaja en crecimiento porque se le aplicó urea de forma foliar.

#### 4.4 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA.

Al igual que la evaluación de la altura, para la evaluación de esta variable de número de hojas por planta se evaluaron tres veces la primera a los 30 días, la segunda a los 90 días y la última a los 150.

**CUADRO N° 13 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) DE número de hojas a los 30 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.    | C.M    | F.C.         | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|---------|--------|--------------|-------------|-------------|
|                               |      |         |        |              | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 2034,80 | -      | -            | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 1321,20 | 165,15 | <b>7,45</b>  | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 4,58    | 1,14   | <b>0,05</b>  | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 709,02  | 22,16  | -            | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 270,00  | 135,00 | <b>6,09</b>  | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 142,93  | 71,47  | <b>3,23</b>  | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 908,27  | 227,07 | <b>10,25</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

En el cuadro del ANVA verificamos que existe diferencia altamente significativa por que la FC es mayor a la FC al 5% y al 1% pero esta diferencia es en los tratamientos.

Y se realizó la prueba de TUKEY para densidad por que se observa que también hay diferencia altamente significativa.

**CUADRO N° 14 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|---------------------|-----------------|--------------|
| <b>T5(D2 F2)</b>    | <b>51,40</b>    | <b>A</b>     |
| <b>T8(D3 F2)</b>    | <b>51,00</b>    | <b>A</b>     |
| <b>T9(D3 F3)</b>    | <b>46,60</b>    | <b>AB</b>    |
| <b>T3(D1 F3)</b>    | <b>45,40</b>    | <b>ABC</b>   |
| <b>T4(D2 F1)</b>    | <b>42,20</b>    | <b>ABCD</b>  |
| <b>T7(D3 F1)</b>    | <b>41,60</b>    | <b>ABCD</b>  |
| <b>T1(D1 F1)</b>    | <b>40,80</b>    | <b>BCD</b>   |
| <b>T6(D2 F3)</b>    | <b>36,60</b>    | <b>CD</b>    |
| <b>T2(D1 F2)</b>    | <b>35,00</b>    | <b>D</b>     |

La diferencia entre los tratamientos dice que los tratamientos 5 y 8 son iguales estadísticamente y son los que mejor desarrollaron hojas, los tratamientos 9, 3, 4, 7, 1 y 6 son diferentes estadísticamente mientras que los tratamientos 6 y 2 no dieron mucho pero son los que menos desarrollaron.

**CUADRO N° 15 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

| <b>DENSIDAD</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>D1</b>       | <b>40,40</b>    | <b>B</b>     |
| <b>D2</b>       | <b>43,40</b>    | <b>AB</b>    |
| <b>D3</b>       | <b>46,40</b>    | <b>A</b>     |

En cuanto a la densidad el ANVA señala que hay diferencia altamente significativa por que la FC es mayor tanto Al 5% como al 1%, y en la prueba de tukey de medias del factor densidad vemos que la densidad 3 es mejor que la 1 y la 2 y siendo la densidad 1 la menos desarrollada.

**CUADRO N° 16 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| <b>FERTILIZACION</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|----------------------|-----------------|--------------|
| <b>F1</b>            | <b>41,53</b>    | <b>B</b>     |
| <b>F2</b>            | <b>45,80</b>    | <b>A</b>     |
| <b>F3</b>            | <b>42,87</b>    | <b>AB</b>    |

Para la fertilización el ANVA refleja que no hay diferencia significativas porque la FC es mayor que la FT al 5% y al 1%.

**CUADRO N° 17 Promedio de hojas por planta a los 30 días.**



El cuadro número 4 refleja el desarrollo foliar de las plantas en esta evaluación el mejor tratamiento es el tratamiento número 8 y 5 que indican a los 30 días las plantas de estos tratamientos ya contaban con 50 hojas verdaderas desarrolladas completamente, y siendo el tratamiento con menos hojas el tratamiento número 2 con solo 35 hojas desarrolladas.

**CUADRO N° 18 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de número de hojas a los 90 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.    | C.M    | F.C.         | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|---------|--------|--------------|-------------|-------------|
|                               |      |         |        |              | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 5331,91 | -      | -            | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 3847,51 | 480,94 | <b>10,60</b> | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 32,58   | 8,14   | <b>0,18</b>  | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 1451,82 | 45,37  | -            | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 1258,18 | 629,09 | <b>13,87</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 241,38  | 120,69 | <b>2,66</b>  | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 2347,96 | 586,99 | <b>12,94</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

En el ANVA para la variante de número de hojas a los 90 días vemos que existen diferencias altamente significativas al ver que la FC es mayor con mucho a la FT tanto al 5% y al 1%, para el factor densidad también se observan diferencias altamente significativas por eso se realizara la prueba de TUKEY pero no existe en el factor fertilización.

**CUADRO N° 19 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

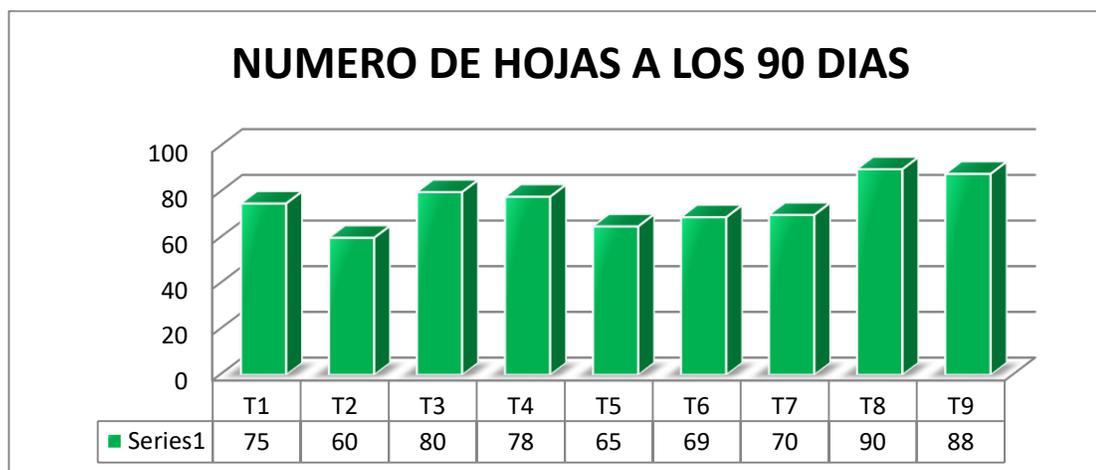
| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|---------------------|-----------------|--------------|
| <b>T8(D3 F2)</b>    | <b>91,40</b>    | <b>A</b>     |
| <b>T9(D3 F3)</b>    | <b>87,60</b>    | <b>AB</b>    |
| <b>T3(D1 F3)</b>    | <b>80,20</b>    | <b>ABC</b>   |
| <b>T4(D2 F1)</b>    | <b>74,80</b>    | <b>BCD</b>   |
| <b>T1(D1 F1)</b>    | <b>73,40</b>    | <b>CD</b>    |
| <b>T5(D2 F2)</b>    | <b>70,20</b>    | <b>CD</b>    |
| <b>T7(D3 F1)</b>    | <b>67,60</b>    | <b>CD</b>    |
| <b>T6(D2 F3)</b>    | <b>65,00</b>    | <b>D</b>     |
| <b>T2(D1 F2)</b>    | <b>63,40</b>    | <b>D</b>     |

La diferencia de los tratamientos con la prueba de TUKEY indica que hay diferencia el mejor es el tratamiento 8, los tratamientos 7, 5 y 1 son iguales estadísticamente, el tratamiento 6 y 2 son iguales pero difieren del resto y los tratamientos 9, 3 y 4 también difieren estadísticamente.

**CUADRO N° 20 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

| <b>DENSIDAD</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>D1</b>       | <b>72,33</b>    | <b>B</b>     |
| <b>D2</b>       | <b>70,00</b>    | <b>B</b>     |
| <b>D3</b>       | <b>82,20</b>    | <b>A</b>     |

En la prueba de TUKEY realizada para el factor densidad se observa que si hay diferencias entre las tres densidades siendo la densidad 3 la mejor y las densidades 2 y 1 son estadísticamente iguales.

**CUADRO N° 21 Promedio de hojas por planta a los 90 días.**

La evaluación tomada a los 90 días señala que hubo un cambio en algunos tratamientos en el número de hojas, se observa que en el cuadro 5 el tratamiento 8 sigue siendo el que tiene más hojas, pero ahora le sigue el tratamiento 9 después el tratamiento 3, en la primera evaluación a los 30 días el que le seguía al 8 era el tratamiento 5 pero a los 90 días vemos que el tratamiento 5 es uno de los tratamientos con menos hojas desarrolladas.

El autor Holle señala que uno de los problemas más comunes para que las plantas no desarrollen de forma óptima es la competencia de las plantas con otras plantas ya sean de misma especie u otras como malezas.

**CUADRO N° 22 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de número de hojas a los 150 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.     | C.M     | F.C.         | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|----------|---------|--------------|-------------|-------------|
|                               |      |          |         |              | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 11758,31 | -       | -            | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 11000,71 | 1375,09 | <b>60,61</b> | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 31,64    | 7,91    | <b>0,35</b>  | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 725,96   | 22,69   | -            | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 1809,91  | 904,96  | <b>39,89</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 2494,18  | 1247,09 | <b>54,97</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 6696,62  | 1674,16 | <b>73,80</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

El cuadro ANVA en la variable de número de hojas a los 150 días observamos que hay una diferencia altamente significativa tanto en los tratamientos como en el factor densidad y en el factor fertilización para lo cual se realizó la prueba de TUKEY para ver en donde está la diferencia.

**CUADRO N° 23 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

| <b>TRATAMIENTOS</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|---------------------|-----------------|--------------|
| <b>T8(D3 F2)</b>    | <b>140,80</b>   | <b>A</b>     |
| <b>T9(D3 F3)</b>    | <b>127,20</b>   | <b>B</b>     |
| <b>T5(D2 F2)</b>    | <b>126,60</b>   | <b>B</b>     |
| <b>T4(D2 F1)</b>    | <b>119,00</b>   | <b>BC</b>    |
| <b>T3(D1 F3)</b>    | <b>109,80</b>   | <b>CD</b>    |
| <b>T1(D1 F1)</b>    | <b>103,20</b>   | <b>DE</b>    |
| <b>T2(D1 F2)</b>    | <b>100,40</b>   | <b>DEF</b>   |
| <b>T6(D2 F3)</b>    | <b>96,20</b>    | <b>EF</b>    |
| <b>T7(D3 F1)</b>    | <b>91,60</b>    | <b>F</b>     |

La diferencia de los tratamientos se refleja con la prueba de TUKEY y dice que el mejor tratamiento es el tratamiento 8 que difieren del 9 y 5 los cuales son iguales estadísticamente, el tratamiento 4 difiere de todos, el tratamiento 3 son más diferentes y el tratamiento 7 es el que tiene menos hojas de los demás tratamientos.

**CUADRO N° 24 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

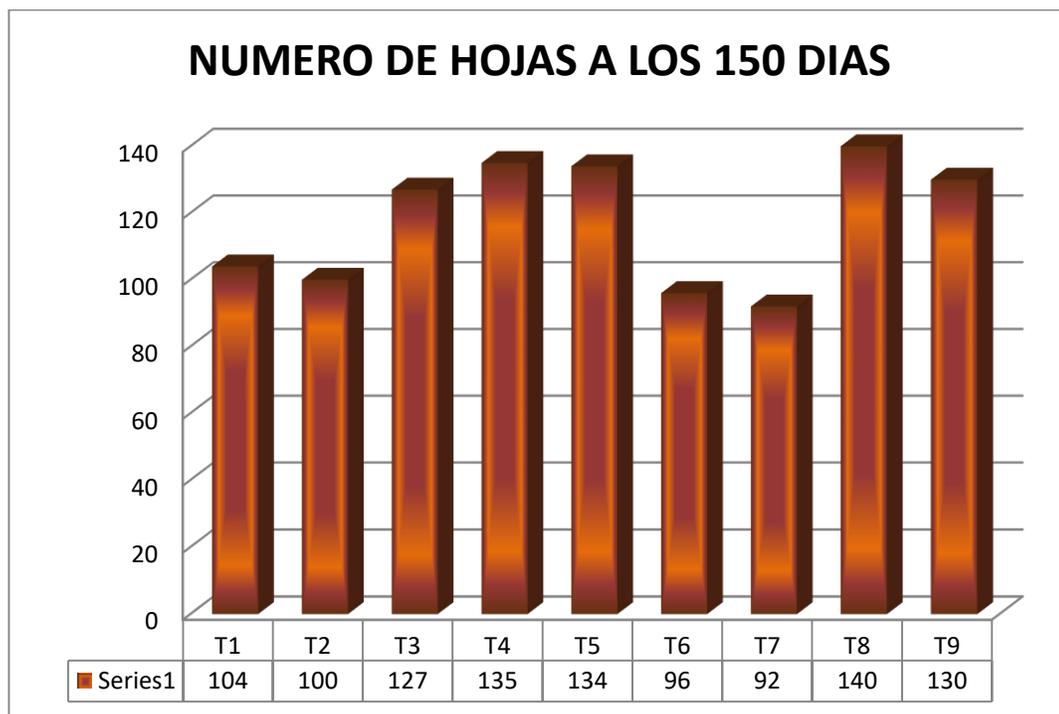
| <b>DENSIDAD</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>D1</b>       | <b>104,47</b>   | <b>C</b>     |
| <b>D2</b>       | <b>113,93</b>   | <b>B</b>     |
| <b>D3</b>       | <b>119,87</b>   | <b>A</b>     |

La prueba de TUKEY para el factor densidad se observa que evidentemente hay diferencia en los tres niveles de densidad aplicada la densidad 3 es la mejor seguida de la 2 y por último la densidad 1.

**CUADRO N° 25 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| FERTILIZACION | PROMEDIO | LETRA |
|---------------|----------|-------|
| F1            | 104,60   | C     |
| F2            | 122,60   | A     |
| F3            | 111,07   | B     |

En la prueba de TUKEY para los niveles de fertilización también se refleja diferencia entre los tres dando como resultados al fertilizante 2 con el mejor desarrollo seguido del fertilizante 3 y por último el fertilizante 1.

**CUADRO N° 26 Promedio de hojas por planta a los 150 días.**

En el cuadro número 7 refleja la última evaluación que se realizó a esta variable de número de hojas donde observamos que el tratamiento con mayor número de hojas es el tratamiento 8 seguido del tratamiento 4 y los tratamientos con menos número de hojas es el tratamiento 6 y 7.

Estadísticamente pudimos ver que el fertilizante 2 se comportó mejor y que la densidad 3 es mejor densidad para el desarrollo foliar de este cultivo.

Desde el punto de vista agronómico se puede confirmar que aplicando urea de forma foliar se tendrá más rendimiento en la parte foliar, por la alta presencia de nitrógeno y que al contacto con la hoja pueden asimilar mejor. Rodríguez (1989) menciona que el uso de abonos foliares líquidos permiten una rápida absorción de los nutrientes por la planta.

#### 4.5 NUMERO DE TALLOS.

Para evaluar el número de tallos se tomaron también tres mediciones a los 30 días, a los 90 días y a los 150 días. Se realizaron tanto las pruebas del ANVA como la prueba de TUKEY para ver la diferencia.

#### CUADRO N° 27 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de número de tallos a los 30 días.

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.  | C.M  | F.C.        | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|-------|------|-------------|-------------|-------------|
|                               |      |       |      |             | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 20,80 | -    | -           | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 8,80  | 1,10 | <b>3,02</b> | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 0,36  | 0,09 | <b>0,24</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 11,64 | 0,36 | -           | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 0,40  | 0,20 | <b>0,55</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 0,53  | 0,27 | <b>0,73</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 7,87  | 1,97 | <b>5,40</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

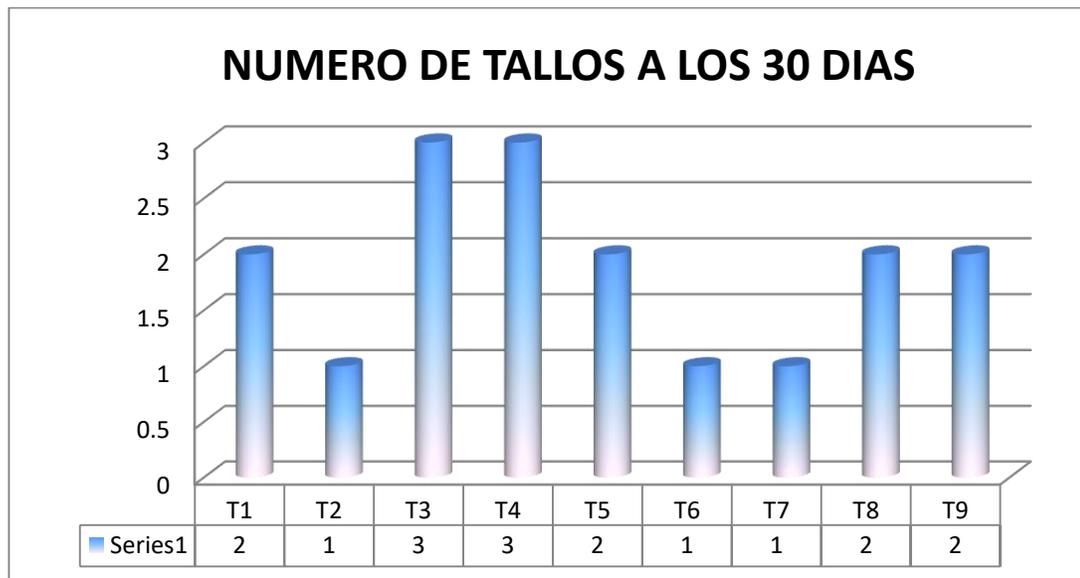
En el cuadro de análisis de varianza ANVA se observa que en los tratamientos solo hay una diferencia significativa por que la FC es mayor solo al 5% y no al 1% en la FT, pero se observa que no hay diferencia en los factores de la densidad y en los niveles de fertilización, porque la FC es menor que la FT tanto al 5% como al 1%.

#### CUADRO N° 28 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).

| TRATAMIENTOS     | PROMEDIO    | LETRA     |
|------------------|-------------|-----------|
| <b>T4(D2 F1)</b> | <b>2,60</b> | <b>A</b>  |
| <b>T3(D1 F3)</b> | <b>2,40</b> | <b>AB</b> |
| <b>T8(D3 F2)</b> | <b>1,80</b> | <b>AB</b> |
| <b>T1(D1 F1)</b> | <b>1,60</b> | <b>AB</b> |
| <b>T5(D2 F2)</b> | <b>1,60</b> | <b>AB</b> |
| <b>T9(D3 F3)</b> | <b>1,60</b> | <b>AB</b> |
| <b>T2(D1 F2)</b> | <b>1,40</b> | <b>AB</b> |
| <b>T7(D3 F1)</b> | <b>1,40</b> | <b>AB</b> |
| <b>T6(D2 F3)</b> | <b>1,20</b> | <b>B</b>  |

En la prueba de TUKEY realizado a los tratamientos observamos que el tratamiento 4 es mejor con una diferencia significativa de los demás, pero los tratamientos 3, 8, 1, 5, 9, 2 y 7 son iguales estadísticamente y el ultimo tratamiento es el tratamiento 6 con el menor rendimiento.

**CUADRO N° 29 Promedio de tallos por planta a los 30 días.**



En el promedio de la media de los tallos en los 9 tratamientos hay diferencia pero no muy alta teniendo a los tratamientos 3 y 4 como los mejores en desarrollo de tallos y a los tratamientos 2, 6 y 7 como los menos en desarrollar número de tallos a los primeros 30 días.

**CUADRO N° 30 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de número de tallos a los 90 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.  | C.M  | F.C.        | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|-------|------|-------------|-------------|-------------|
|                               |      |       |      |             | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 48,80 | -    | -           | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 27,20 | 3,40 | <b>5,12</b> | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 0,36  | 0,09 | <b>0,13</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 21,24 | 0,66 | -           | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 6,53  | 3,27 | <b>4,92</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 5,73  | 2,87 | <b>4,32</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 14,93 | 3,73 | <b>5,62</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

En el cuadro de análisis de varianza ANVA para esta variable refleja para los tratamientos que hay diferencia altamente significativa ya que la FC es mayor que la FT al 5% y al 1%, para los factores densidad y los niveles de fertilización también existen diferencias pero son solo significativas por que la FC solo es mayor al 5% y no al 1%.

**CUADRO N° 31 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

| TRATAMIENTOS     | PROMEDIO    | LETRA      |
|------------------|-------------|------------|
| <b>T3(D1 F3)</b> | <b>4,40</b> | <b>A</b>   |
| <b>T4(D2 F1)</b> | <b>3,80</b> | <b>AB</b>  |
| <b>T5(D2 F2)</b> | <b>3,60</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T9(D3 F3)</b> | <b>3,40</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T2(D1 F2)</b> | <b>2,80</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T6(D2 F3)</b> | <b>2,80</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T1(D1 F1)</b> | <b>2,60</b> | <b>BC</b>  |
| <b>T8(D3 F2)</b> | <b>2,60</b> | <b>BC</b>  |
| <b>T7(D3 F1)</b> | <b>1,60</b> | <b>C</b>   |

La prueba de TUKEY para la variable del número de tallos a los 90 días refleja que hay diferencia entre los tratamientos, el tratamiento 3 es el mejor tratamiento seguido del tratamiento 4 que no difiere mucho del tratamiento 3, los tratamientos 5, 9, 2 y 6 son estadísticamente iguales mientras que el tratamiento 1 y 8 son iguales pero con un poco rendimiento y el tratamiento 7 es el tratamiento con menos desarrollo.

**CUADRO N° 32 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

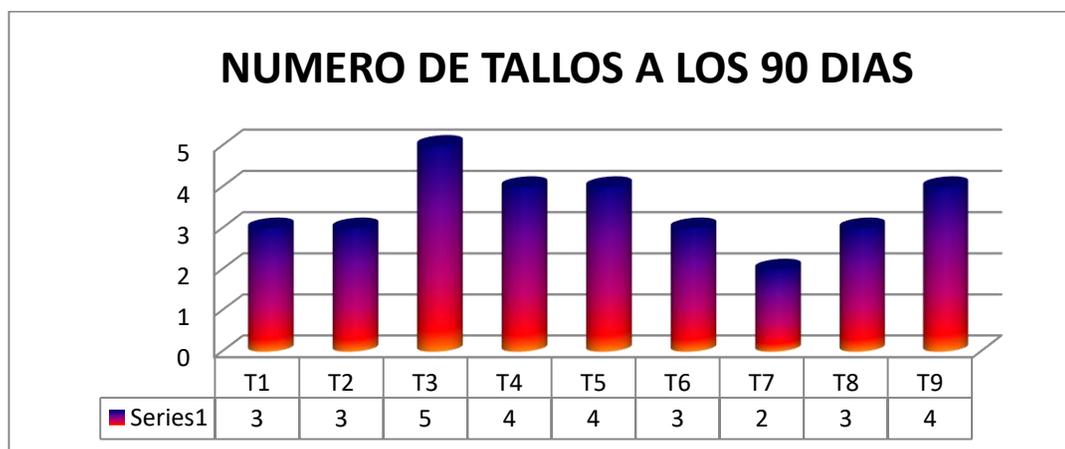
| DENSIDAD | PROMEDIO | LETRA |
|----------|----------|-------|
| D1       | 3,27     | AB    |
| D2       | 3,40     | A     |
| D3       | 2,53     | B     |

La prueba de TUKEY indica que los factores de densidad que difieren son la densidad 2 y la con menos desarrollo la 3 pero la densidad 1 también es recomendable para obtener casi el mismo desarrollo.

**CUADRO N° 33 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| FERTILIZACION | PROMEDIO | LETRA |
|---------------|----------|-------|
| F1            | 2,67     | B     |
| F2            | 3,00     | AB    |
| F3            | 3,53     | A     |

El nivel de fertilización para la prueba de TUKEY indica que hay diferencia significativa dando como resultados que el fertilizante 3 es el mejor de los niveles de fertilización el fertilizante 2 no difiere de los otros, pero el fertilizante 1 otra vez difiere de los dos siendo este 1 el con menos desarrollo.

**CUADRO N° 34 Promedio de tallos por planta a los 90 días.**

En el promedio de medias de los tratamientos vemos que el tratamiento 5 es el que presento mayor número de tallos a los 90 días, los tratamientos 4, 5 y 9 no difieren de los tratamientos 1, 2, 8 y tampoco difieren y el tratamiento 7 es el de menor desarrollo de tallos.

**CUADRO N° 35 Cuadro de análisis de varianza (ANVA) de número de tallos a los 150 días.**

| FUENTES DE VARIACIÓN          | G.L. | S.C.  | C.M  | F.C.        | F.T.        |             |
|-------------------------------|------|-------|------|-------------|-------------|-------------|
|                               |      |       |      |             | 5%          | 1%          |
| <b>TOTAL</b>                  | 44   | 62,98 | -    | -           | -           | -           |
| <b>TRATAMIENTO</b>            | 8    | 36,18 | 4,52 | <b>5,65</b> | <b>2,24</b> | <b>3,13</b> |
| <b>BLOQUE</b>                 | 4    | 1,20  | 0,30 | <b>0,38</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |
| <b>ERROR</b>                  | 32   | 25,60 | 0,80 | -           | -           | -           |
| <b>FAC. DENSIDAD (D)</b>      | 2    | 8,71  | 4,36 | <b>5,44</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>FAC. FERTILIZACION (F)</b> | 2    | 9,24  | 4,62 | <b>5,78</b> | <b>3,29</b> | <b>5,34</b> |
| <b>INTERACCION D/F</b>        | 4    | 18,22 | 4,56 | <b>5,69</b> | <b>2,67</b> | <b>3,97</b> |

En el cuadro de análisis de varianza ANVA para esta variable de numero de tallos a los 150 días se observa que en los tratamientos hay diferencia altamente significativa ya que la FC es mayor que la FT al 5% y al 1%, para los factores densidad y fertilización también se observan diferencias altamente significativas y para esto se realizara la prueba de TUKEY para ver factores son los que difieren.

**CUADRO N° 36 Prueba de medias de los tratamientos (TUKEY 5%).**

| TRATAMIENTOS     | PROMEDIO    | LETRA      |
|------------------|-------------|------------|
| <b>T5(D2 F2)</b> | <b>6,40</b> | <b>A</b>   |
| <b>T3(D1 F3)</b> | <b>5,80</b> | <b>AB</b>  |
| <b>T9(D3 F3)</b> | <b>5,80</b> | <b>AB</b>  |
| <b>T4(D2 F1)</b> | <b>5,60</b> | <b>AB</b>  |
| <b>T2(D1 F2)</b> | <b>4,80</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T6(D2 F3)</b> | <b>4,80</b> | <b>ABC</b> |
| <b>T8(D3 F2)</b> | <b>4,40</b> | <b>BC</b>  |
| <b>T1(D1 F1)</b> | <b>4,20</b> | <b>BC</b>  |
| <b>T7(D3 F1)</b> | <b>3,40</b> | <b>C</b>   |

La diferencia de los tratamientos mediante la prueba de TUKEY vemos que hay diferencias entre los tratamientos, el tratamiento 5 es el mejor que se comportó los tratamientos 3, 9 y 4 son iguales estadísticamente pero difieren del tratamiento 2, 6 y de los tratamientos 8 y 1 pero el tratamiento 7 es el que menos desarrollo.

**CUADRO N° 37 Prueba de medias de los niveles de densidad (TUKEY 5%).**

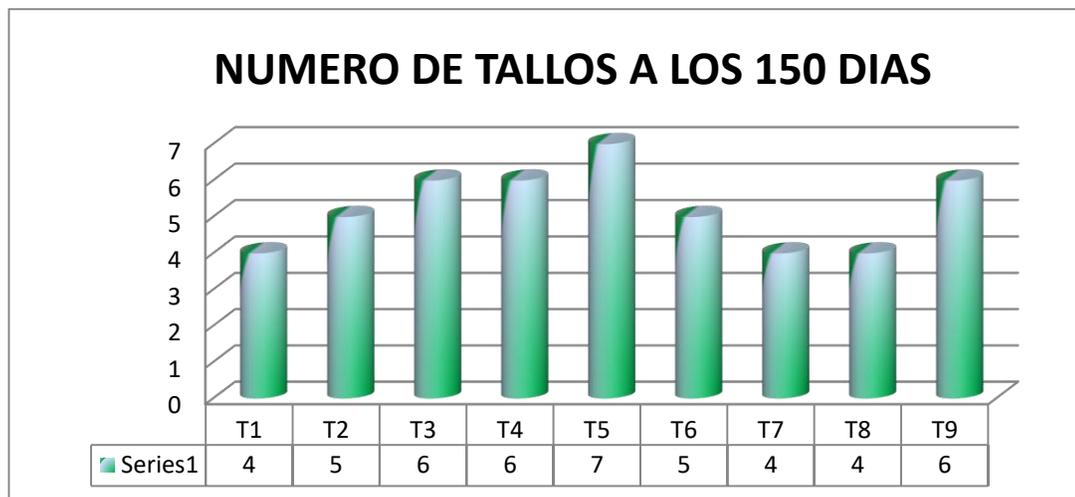
| <b>DENSIDAD</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|-----------------|-----------------|--------------|
| <b>D1</b>       | <b>4,93</b>     | <b>AB</b>    |
| <b>D2</b>       | <b>5,60</b>     | <b>A</b>     |
| <b>D3</b>       | <b>4,53</b>     | <b>B</b>     |

En la prueba de TUKEY realizada al factor densidad podemos observar que la densidad 2 difiere de manera positiva de las otras densidades 1 y 3, la densidad 1 no difiere de la densidad 2 y 3 ya que lograría un buen desarrollo y la densidad 3 estaría con el menor número de tallos.

**CUADRO N° 38 Prueba de medias de los niveles de fertilización (TUKEY 5%).**

| <b>FERTILIZACION</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>LETRA</b> |
|----------------------|-----------------|--------------|
| <b>F1</b>            | <b>4,40</b>     | <b>B</b>     |
| <b>F2</b>            | <b>5,20</b>     | <b>AB</b>    |
| <b>F3</b>            | <b>5,47</b>     | <b>A</b>     |

En la prueba de TUKEY para el factor fertilización vemos que el fertilizante 3 ayudo mucho al desarrollo de los tallos, el fertilizante 2 no difiere tanto estadísticamente del 3 ni del 1, pero el fertilizante 1 si difiere de manera negativa ya que no desarrollaron muchos tallos.

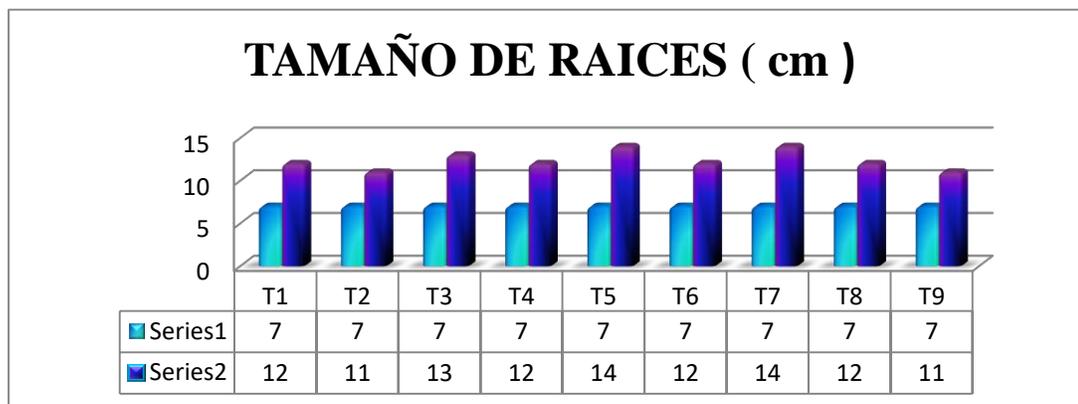
**CUADRO N° 39 Promedio de tallos por planta a los 150 días.**

El promedio de las medias para esta variable podemos ver que el tratamiento 5 se comportó muy bien, al contrario de los tratamientos 1, 7 y 8 que no tuvieron un buen comportamiento para el número de tallos, pero se observa que nos es mucha la diferencia entre los tratamientos.

Los resultados se obtenidos se aproximan a los datos que se obtuvieron en un trabajo llevado a cabo en el departamento de La Paz donde indica que al fertilizar con abonos orgánicos se logra obtener 5 tallos, al igual que nuestros resultados con la aplicación del fertilizante 1(extracto de stevia) se lograron de 4 a 6 tallos.

#### **4.6 LARGO DE RAÍCES.**

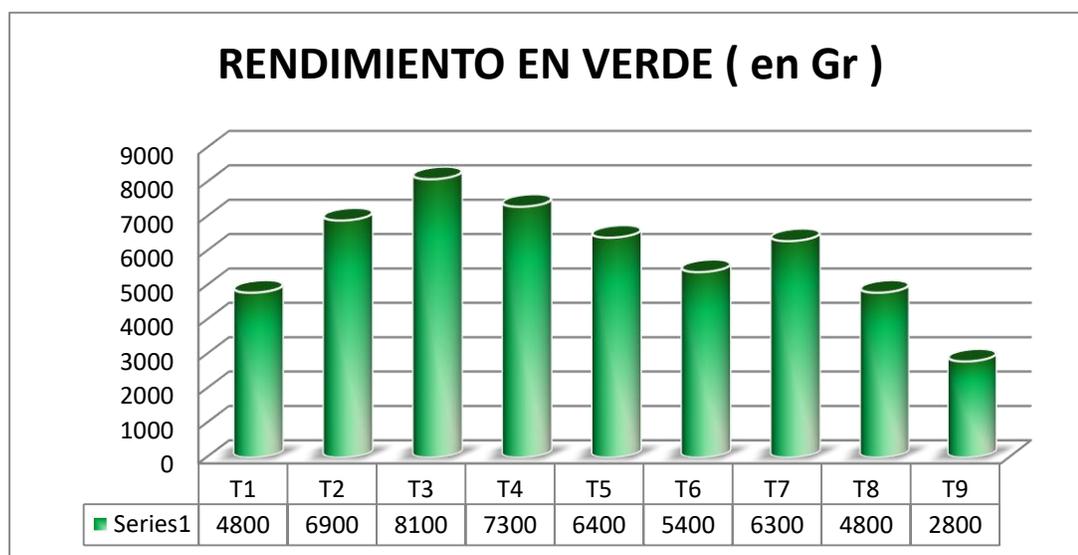
**CUADRO N° 40** Largo de raíces al empezar el trabajo de campo y al terminar el desarrollo del cultivo.



Para medir esta variable se midieron dos veces una al trasplante las raíces entraron todas con una medida de 7 centímetros todas las raíces, pero como vemos en el promedio hay algunas raíces que salieron con un mayor crecimiento que las otras y esto se debe a que el suelo donde se desarrolló tenía distintas cantidades de tipos de suelo unas más arenosas y otras parcelas más arcillosas.

#### 4.7 RENDIMIENTO DE HOJA EN VERDE.

**CUADRO N° 41** Rendimiento de hoja en verde.

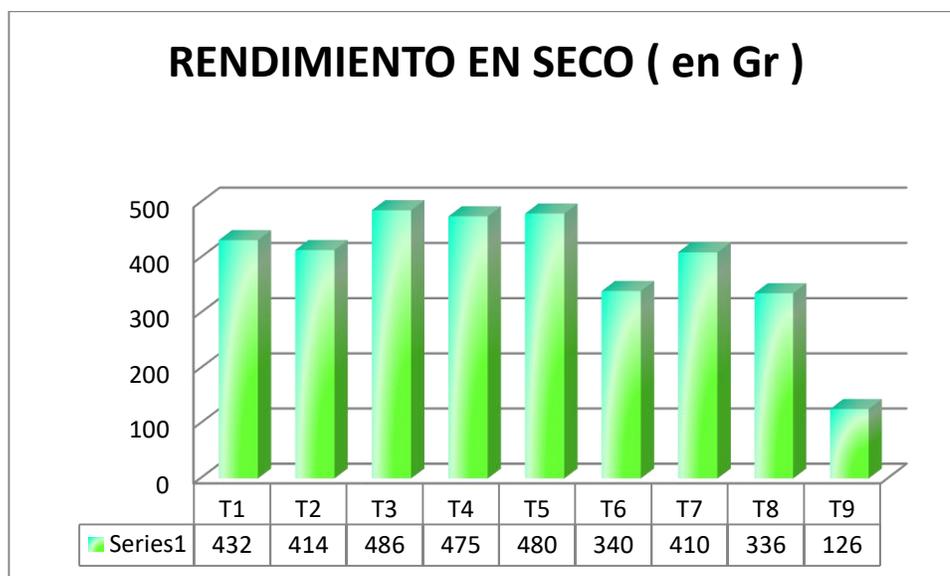


El rendimiento en verde fue muy importante porque al saberlo vimos la cantidad de materia verde que se generó que era lo más importante en este trabajo de investigación, como vemos en el cuadro el tratamiento 3 es el tratamiento que más materia verde género en total de todos los tratamientos, seguido del tratamiento 4, 2, 5 y 7 siendo los más bajos mientras que los tratamientos más bajos son los tratamientos 1, 8, 6 y 9.

Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos de un trabajo de investigación que también indica que a un a una densidad más corta (D1) SE OPTIENEN mas rendimiento en verde, porque hay más plantas en metros cuadrados.

#### 4.8 RENDIMIENTO DE LA HOJA EN SECO.

**CUADRO N° 42 Rendimiento de hoja en seco.**



El rendimiento en seco se observa que disminuyo mucho de lo que había resultado del rendimiento en verde ya que las hojas se deshidrataron por completo llegando a pesar por tratamiento casi por la mitad de los tratamientos en verde en este caso el tratamiento 3 es el tratamiento que mayor peso en seco obtuvo seguido del tratamiento 5 el tratamiento 1, el tratamiento 2, el tratamiento 7, el tratamiento 6, el tratamiento 8 y por último el tratamiento 9.

Estos resultados coinciden con los resultados de un trabajo de investigación realizado en Ecuador donde las densidades más cortas (D1 0,25cm) son mejores en la producción de hoja seca por la presencia de mayor número de plantas se tiene mayor cantidad de masa foliar y así tener un mayor rendimiento en el peso seco.

## V. CONCLUSIONES.

Con los resultados obtenidos tenemos las siguientes conclusiones:

- EL cultivo stevia al es un cultivo que necesita de una precipitación bien distribuida durante todo su periodo de crecimiento para su desarrollo, durante todo el tiempo que se llevó a cabo el trabajo de campo la lluvia favoreció de gran manera a nuestro cultivo y mediante la lluvia también se generó un aporte de nitrógeno atmosférico el cual también aportó mucho al desarrollo de las plantas.
- Los resultados de la altura desde un principio hasta el final del trabajo de campo indica que el tratamiento 8 (D3 F2) fue el que mejor desarrollo en altura, finalizando con un promedio de altura de 65cm, seguido del T5 con 58cm, después el T6 con 55cm, después el T9 con 53cm, el T4 con 50cm, los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron la misma altura y el tratamiento con menos desarrollo en altura fue el T7 con apenas 40cm.
- En cuanto al número de hojas en las tres evaluaciones tomadas nuevamente el tratamiento 8 (D3 F2) fue el que desarrollo mayor parte foliar con un promedio final de 140 hojas por planta y los demás tratamientos tuvieron un desarrollo con un promedio de T4 con 135 hojas, el T9 y el T5 con 135 hojas, el T3 con 127 hojas, los tratamientos 1 y 2 con 103 hojas y el menor tratamiento fue el T6 con 96 hojas por planta.
- En el desarrollo del tallo se tuvo un desarrollo óptimo con un promedio final de comparación del mejor tratamiento el T5 con 7 tallos desarrollados (es decir que han logrado el grosor adecuado), seguido de los tratamientos 3, 4 y 9 con 6 tallos, los tratamientos 2 y 6 con 5 tallos y los tratamientos 1, 7 y 8 con 4 tallos.

- En la medición de raíces, todas las raíces se trasplantaron con una medida de largo de raíces uniforme que fue de 7cm, al terminar se observó un crecimiento positivo en todos los tratamientos, los tratamientos 5 y 7 crecieron un poco más con un promedio de 14cm, pero los demás tratamientos como el 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 9 tuvieron un crecimiento de 12 a 11 cm.
- El rendimiento en verde se observó mucha diferencia entre todos los tratamientos dando al tratamiento 3 el mejor con un peso de 8100gr de follaje verde seguido del T4 con 7300gr, el T2 con 6900gr, el T5 con 6400gr, T7 con 6300gr, el T6 con 5400gr, el T8 y el T1 con 4800gr y por último el T9 con apenas 2800gr que fue el que menos desarrollo masa verde.
- El rendimiento en seco se observó que las hojas en estado verde poseen mucha humedad y que al secarse las hojas perdió mucho peso de lo que pesaba en verde y de lo que peso en seco el T3 peso en seco 486gr que fue el mejor peso en seco después estuvieron los T5 con 480gr, el T4 con 475gr, el T1 con 432gr, el T2 con 416gr, el T7 con 410gr, el T6 con 340gr, el T8 con 336gr y por último el T9 con 126gr.

## VI. RECOMENDACIONES.

- Que la Universidad Juan Misael Saracho con la carrera de Ingeniería Agronómica siga realizando trabajos probando nuevos fertilizantes y densidades para poder recomendar y ayudar a las personas interesadas en este cultivo como lo es la stevia, también que se realicen trabajos con este cultivo en los suelos del valle del departamento para ver su comportamiento.
- Se recomienda que para obtener una buena altura de plantas que las mismas sean cultivadas en suelos sueltos y limpios con un espacio más grande entre 40cm de surco a surco y de 35 a 40cm de planta a planta para que estas puedan desarrollarse muy bien y como aporte un fertilizante rico en nitrógeno como la urea y otros productos compuestos con micro y macro elementos para ayudar al desarrollo vegetativo.
- Para tener un buen desarrollo de las hojas que son verdes y es ahí donde se elaboran los azúcares; aplicar fertilizantes nitrogenados y compuestos para que estos aporten al desarrollo químico de las hojas y desarrollen más en número y concentración de azúcar y para esto también colocar las plantas a distancias adecuadas.
- Para el desarrollo de tallos o brotes solo recomendar una buena densidad aplicación de 40cm entre surcos y 35 a 40cm de planta a planta, de fertilizantes se podrían aplicar químicos u orgánicos, pero siempre realizar las labores de desmalezado, riego y aporte para que puedan desarrollar mejor.
- Para tener un buen rendimiento de la hoja se recomienda que las plantas cuenten con una buena densidad, y como son las hojas un fertilizante nitrogenado sería

bueno para que tenga mayor número de hojas, pero también tomar en cuenta siempre la altura y el número de tallos.

- Lo último será recomendar que para obtener un buen rendimiento de hoja seca debemos tener mucha hoja verde para una vez secarlas no tengamos poco peso en seco ya que las hojas secas hacen bulto, pero no pesan lo mismo por eso para tener un buen rendimiento debemos de cuidar y atender muy bien a nuestras plantas.
- Para un mejor desarrollo de las raíces colocar las raíces en suelos sueltos y bien drenados para que las raíces puedan desarrollarse de manera óptima.
- No siempre busquemos tener mucho rendimiento con los agentes químicos también busquemos un equilibrio y buscar algunos fertilizantes orgánicos para la aplicación ya que la stevia se consume algunas veces directo las hojas, y siempre buscando un equilibrio en la salud, el rendimiento y el medio ambiente.

