

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCION

El uso y manejo de los suelos del mundo atraviesan situación de crisis ante el incremento de la población, la inequitativa distribución de los recursos y la inestabilidad social que hacen poco probable que los agricultores permitan que los suelos recuperen su fertilidad naturalmente. Como alternativa se ha acudido al uso intensivo de los fertilizantes de síntesis química industrial. Sin embargo, los altos costos económicos, sociales y ambientales de esta opción tecnológica, unidos a los desequilibrios que acarrea su uso continuo e indiscriminado, al hecho que sus fuentes de obtención son finitas, crean la necesidad de replantear esta opción tecnológica y buscar alternativas viables desde lo social, económico y ambiental.

La utilización de abonos verdes (AV) constituye una de las alternativas tecnológicas a explorar, puesto que permite mantener el potencial productivo del suelo, contribuye a la seguridad alimentaria local, regional y, a la generación de ingresos para los agricultores.

El uso de abonos verdes disminuye los costos y posibilita la producción en la parcela con insumos locales, en beneficio de la economía de la finca y región. En la medida que los AV (abonos verdes) son fuente de nutrientes, entre ellos P (fósforo) y N (nitrógeno), con su utilización se busca contribuir a la mitigación de la problemática tecnológica, económica y ambiental del uso de fertilizantes de síntesis química industrial, tanto en sistemas agrícolas de grandes extensiones y rendimientos como también en minifundios. Fuera de ello, la eficiencia de utilización de N (nitrógeno) y P (fósforo) por los cultivos es de baja a media, fluctúa entre 40 a 60%, dependiendo de diferentes factores, el resto se fija en el suelo o se pierde del sistema por diferentes vías, con consecuencias no deseables desde diferentes perspectivas.

Los abonos verdes están destinados a ser fuente de materia orgánica fácilmente degradable por la actividad de los organismos del suelo. La actividad microbiana en la rizosfera de las plantas es la encargada de mineralizar estos materiales orgánicos y colocarlos a disponibilidad de las plantas que se siembran después de los AV.

Los abonos verdes son plantas que se siembran en rotación y/o asocio con un cultivo comercial, son incorporadas al suelo in situ, en busca de mantener, mejorar o restaurar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además, en algunas ocasiones, estas plantas pueden ser utilizadas, antes de su incorporación, como alimento de animales y para el propio consumo humano.

La productividad obtenida en este sistema de producción es relativamente baja principalmente por el régimen irregular de lluvias, la aplicación de un bajo nivel tecnológico y la baja fertilidad del suelo. De los aspectos mencionados este último es uno de los problemas más difíciles de resolver; el uso de abonos químicos en la mayoría de las veces representa una gran inversión que el agricultor por sus condiciones económicas no puede realizar. Otra alternativa plantea el uso de abonos orgánicos de origen animal siendo la gallinaza el más popular de ellos, pero una vez reconocida su importancia, el incremento de su precio, junto a la dificultad de transportarla, la hizo poco asequible.

En el cultivo de maíz (*Zea mays*) se han suscitado una serie de problemas en productividad, atribuidos fundamentalmente a la pérdida de fertilidad del suelo, uso de variedades de baja producción o mal uso de nuevos híbridos de alto rendimiento. Los suelos en los cuales se cultiva no tienen la capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento y rendimiento adecuado, por lo que se debe recurrir al empleo de fertilizantes sintéticos.

El consumo de maíz dulce presenta un crecimiento constante en el mundo, especialmente con la incorporación de nuevos híbridos de alta calidad culinaria. Parte

importante de la producción se destina a la industria del enlatado y congelado. La textura depende de varios factores, sin embargo los más importantes para considerar son el espesor del pericarpio del grano, la concentración de polisacáridos solubles en agua, que le da la característica cremosa al grano y el contenido de humedad. El aroma depende principalmente de la concentración de dimetil sulfido (DMS), que es un gas volátil y da el característico aroma a maíz.

El maíz dulce se vende como verdura fresca, enlatada o congelada para consumo de sus granos; Las principales regiones productoras de maíz dulce en el continente sudamericano son Perú, Bolivia y el sur de Argentina. Una vez cosechados, los granos de esos maíces conservan su característico sabor dulce durante poco tiempo. El maíz es considerado el alimento base o fundamental en muchas comunidades de pocos recursos, porque su consumo nos aporta las calorías diarias necesarias para nuestro organismo, como una importante cantidad de proteínas, su riqueza en fibra aporta un estado de saciedad y lleno (sin sensación de hambre) por periodos prolongados.

El maíz en Bolivia, alimenta a una gran parte de la población, especialmente aquellas que viven en el trópico y en los valles. En la zona del Gran Chaco, el maíz es un cultivo muy extenso, ya que hay un sin número de variedades; teniendo cada una diferentes aplicaciones y usos. Así mismo el maíz choclo es un alimento muy importante; ya que en la zona subtropical de nuestra región se consume mucho en todas sus formas. El grano contiene proteínas, fibras y bajo contenido de almidón, siendo de mucha utilidad en la alimentación del hombre

La fertilización excesiva y la permanencia de monocultivos han contribuido con la pérdida del potencial de muchos suelos. El uso de abonos verdes, se valora como herramienta útil ante estos procesos de degradación y mejora las condiciones de sostenibilidad.

## **1.1 Problema.**

El cultivo de maíz en el Municipio de Bermejo es una fuente de ingresos económicos y como así también una fuente de alimentación para los productores. La superficie cultivada de maíz según censo del INE es de 486,14 hectáreas, superficie que se está aumentando por el motivo de la decadencia del cultivo principal caña de azúcar.

La siembra de maíz se lo realiza en muchos casos en suelos que anteriormente se cultivaba caña de azúcar, suelos pobres de nutrientes, porque dicho cultivo se caracteriza por extraer gran cantidad de nutrientes en cada ciclo del cultivo empobreciendo cada año los suelos. Diversos estudios han demostrado que el uso de sustratos orgánicos mejora la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos. Es por ello que la fertilidad y una rotación de cultivo, se hace cada vez necesaria, para así mantener el recurso suelo con un nivel de fertilidad y un rendimiento aceptable del cultivo.

## **1.2 Justificación.**

Recordar que la materia orgánica es un excelente componente del suelo ya que mejora la aireación humedad y retención de nutrientes. Sin embargo un aporte excesivo de este componente en gramíneas provoca el vaneó, es decir que las plantas solo alcanzan gran tamaño y produce poco grano.

En las comunidades rurales del Municipio de Bermejo, se destaca el cultivo del maíz *Zea mays L*, como fuente de ingreso de sus familias, la utilización de productos químicos y el mal manejo de los suelos hacen que pierda poco a poco sus nutrientes, provocando el bajo rendimiento del cultivo, y ocasionando pérdidas económicas al productor. Con la incorporación de las especies de abono verde se busca optimizar los rendimientos del cultivo, tener un suelo rico en N, K y P y así generar valiosa información del manejo sostenible de los suelos agrícolas del municipio de Bermejo.

## **2. Objetivos.**

### **2.1. Objetivo general.**

Evaluar el efecto de la adición de abonos verdes procedente de tres especies de leguminosas con dos densidades de siembra, en las condiciones nutricionales del suelo y en el comportamiento del cultivo de maíz.

### **2.2. Objetivos específicos**

Verificar el estado nutricional del suelo antes y después de la incorporación de los abonos verdes para determinar si existe aportación de nutrientes por parte de cada leguminosa (arveja, mucuna y caupi).

Comparar la cantidad de nutriente incorporada al suelo por cada especie de leguminosa de acuerdo a la densidad de siembra de cada una.

Evaluar en comportamiento agronómico del maíz con la adición de cada especie de leguminosa en cada densidad de siembra.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Origen y generalidades

El origen del maíz ha sido causa de discusión desde hace mucho tiempo. Numerosas investigaciones revelan que esta gramínea tiene su origen en México hace unos 7000 años, como el resultado de la mutación de una gramínea silvestre llamada Teosinte. Y seguramente antiguos mexicanos se interesaron en reproducir esta planta y por selección, produjeron algunas variedades mutantes (Grupo Semillas, 2012).

Hoy en día el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos como animales. Es además una materia prima indispensable en la fabricación de productos alimenticios, farmacéuticos y de uso industrial. Los granos, las hojas las flores, los tallos, todo es aprovechado para la fabricación de multitud de productos: almidón, aceite comestible, bebidas alcohólicas, edulcorante alimenticio, pegamentos, forraje, levaduras, jabones, antibióticos, caramelos, plásticos e incluso, desde hace poco, se emplea como combustible. (Quishpe, B. 2010)

#### 2.2 Características botánicas del maíz

##### 2.2.1 Cuadro N°1 Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
Division	Tracheophytae
Subdivision	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub. Familia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Nombre científico	Zea mays L.
Nombre común	Maíz

Fuente: (Acosta, I. 2016)

## **2.2.2. Características morfológicas**

### **2.2.2.1 Raíz**

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (Maroto, J. 1998)

### **2.2.2.2 Tallo**

El tallo es erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. (Quishpe, B. 2010).

El tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente, una pared por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares. (Quishpe, B. 2010).

### **2.2.2.3 Hojas**

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias, forma de 16 a 22 hojas por planta y aparecen en lado opuesto de la planta. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. (Quishpe, B. 2010)

Las hojas están constituidas de vaina, cuello y lámina, la vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base que sale del a parte superior del nudo, el cuello es la parte de transición entre la vaina y la lámina, la lámina es una banda delgada que puede medir hasta 1.5 m. de largo por 10 cm., de ancho y termina en un ápice muy agudo, el nervio central de las hojas está desarrollado en su envés. (Guevara, E. F.2010.).

#### **2.2.2.4 Inflorescencia**

El maíz es una planta monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presenta tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido de grano de polen, alrededor de 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominada espádices que se disponen de forma lateral. (Quishpe, B. 2010)

#### **2.2.2.5 Fruto**

El fruto es un cariósido comúnmente llamado semilla o grano que depende de la variedad estos tienen diferente color, de forma, tamaño, a cuya única semilla está adherido el pericarpio, formado por la cubierta o el pericarpio (6% del peso del grano) el endospermo (80%) y el embrión o germen y semilla (11%). El grano de maíz tiene alto contenido de almidón, en promedio (90%), y bajo contenido de proteínas (7%).

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15 al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forma un sólo cuerpo que tiene la forma de un cariósido brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos y dentro del fruto que es el ovario maduro se encuentran las semillas (óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen. (Monar, A. y Agualongo, M. 2003).



### **2.2.2.6 Fisiología del maíz**

Desde que se siembra la semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula. (Quishpe, B. 2010).

Según Araoz, pone en manifiesto la gran importancia lo que es la planta de maíz, como uno de los mecanismos más maravillosos que posee la naturaleza para almacenar energía, primero creando una gran fábrica eficiente de energía: La planta con sus raíces, hojas, tallos, y partes florales; luego almacenando grandes cantidades de energía en un producto concentrado: el grano de maíz y es por esto que este investigador divide en las siguientes fases: (Araoz, M. 2006)

#### **2.2.2.6.1 Germinación y emergencia**

El grano de maíz se siembra en un suelo húmedo y cálido, que permita el rápido comienzo de la germinación, cuando la semilla se pone en contacto con la humedad, absorbe agua a través de la cubierta y el grano comienza a hincharse, los cambios químicos activan el crecimiento en el eje embrionario, también la radícula se alarga y sale de la cubierta en dos o tres días poco después que aseguran la nutrición de la plántula en los primeros estados de desarrollo, la plúmula comienza a alargarse y se inicia la formación de nuevas hojas dentro de esta parte de la plántula.

El mismo autor señala, que mientras se desarrollan las raíces primarias, la plúmula, protegida por el coleoptilo, se alarga en condiciones normales de siembra; el primer nudo se halla siempre próximo a la superficie. La primera fase de desarrollo concluye pasado un mes después de la germinación propiamente dicha con la emisión de la tercera hoja y de las primeras raíces adventicias del nudo basal.

Después de la primera aparecen rápidamente varias raíces seminales o de la semilla, que sirven para afirmar a la planta y para absorber el agua y sustancias nutritivas. El sistema radicular principal surge posteriormente, por encima del primero, originándose en la corona de la planta en crecimiento. (Quishpe, B. 2010).

#### **2.2.2.6.2 Desarrollo vegetativo**

Una vez afianzada, la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y la estructura foliar, que utilizará para producir la inflorescencia y el grano. La fase de crecimiento se caracteriza por el alargamiento de los entrenudos, la emisión de hojas y la formación de la gran masa de raíces adventicias. Todas las hojas de la planta se forman durante las primeras cuatro o cinco semanas de su crecimiento y el alargamiento de la caña resulta muy rápido. Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo.

El mismo autor respecto al sistema radicular indica, que se desarrolla rápidamente durante esta etapa de crecimiento, las raíces seminales pierden pronto su importancia y el sistema radical permanente que comienza a formarse desde la corona, sostiene y nutre a la planta joven, la profundidad de siembra tiene solo una ligera influencia sobre la profundidad de salida del sistema radical principal.

Las raíces primarias continúan hundiéndose y ramificándose, mientras que se forman sucesivas raíces adicionales en los nudos del tallo por encima de la corona. Pero, a medida que la planta aumenta de tamaño, la capa arada comienza a llenarse de numerosas raíces, que se nutren con la fertilidad concentrada en ese suelo productivo. (Quishpe, B. 2010).

#### **2.2.2.6.3 Etapa de prefloración.**

El punto de crecimiento, que hasta este momento ha presentado forma circular o hemisférica se alarga hasta formar un cilindro de ápice redondeado. Esta transición, que demora solo dos o tres días, se continúa con la aparición de bultos diminutos a los costados del punto de crecimiento. En pocos días, la panoja embrionaria se ha desarrollado lo suficiente como para ser reconocible. A esta altura, los entrenudos inferiores del tallo comienzan a alargarse con mucha rapidez. La planta comienza una etapa de crecimiento vertical extremadamente veloz que exige al sistema radical una gran actividad radical para suministrar agua y sustancias nutritivas. En este periodo las raíces crecen con rapidez y pronto llenan la mayor parte del espacio disponible en la zona radicular del suelo. (Quishpe, B. 2010).

#### **2.2.2.6.4 Etapa de floración.**

Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias. Cuando los granos de polen caen sobre los estilos, son atrapados por los pequeños pelos y por la superficie húmeda y pegajosa. El grano de polen germina rápidamente, produce un tubo polínico que crece, desciende por el canal del estilo y se penetra en la flor femenina. El primer tubo que alcanza el saco embrionario femenino casi siempre lo fecunda y comienza a formarse el grano de maíz. (Araoz, M. 2006).

#### **2.2.2.6.5 Etapa de llenado de granos.**

El llenado de los granos comienza luego de ocurrir la fecundación y termina una vez que se alcanza la madurez fisiológica. A continuación, se analizan los diferentes estados por los cuales atraviesan los granos durante su etapa de llenado:

a) Estado de ampolla: Luego de 3 a 4 días de ocurrida la fecundación de los primeros óvulos, es posible apreciar en la base de los choclos, granos iniciando su crecimiento; estos semejan pequeñas ampollas, presentando una coloración blanquecina y un contenido de humedad cercano al 90%.

b) Estado lechoso: Los granos muestran externamente un color amarillo, en tanto que en el interior el fluido es de color blanco lechoso. Los granos, que en esta etapa presentan entre 71 y 74% de humedad como promedio, están óptimos para el consumo en choclo. El estado de choclo se sobrepasa en forma relativamente rápida, debido a la gran acumulación de materia seca que se produce en los granos a partir del momento en que se alcanza dicho estado.

c) Estado de masa blanda: La acumulación continúa de almidón en el endospermo, determina que el fluido interno alcance en este estado una consistencia pastosa. La corteza de la mazorca presenta un color rosado a rojo suave, producto del cambio de color que comienza a ocurrir en los elemento circundantes (lemma y palea). Los granos en este estado presentan alrededor de un 60% de humedad y han acumulado cerca de la mitad de su peso total.

d) Estado dentado o de masa dura: La mayoría de los granos comienzan a mostrar endiduras en su parte apical, lo que corresponde al dentado de los granos; el contenido promedio de humedad en este estado alcanza a 55%. Los granos comienzan a secarse desde su parte apical, que es donde se inicia el depósito de almidón.

([www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm](http://www7.uc.cl/sw-educ/cultivos/cereales/maíz/llenado.htm))

e) Estado de madurez fisiológica: Es la máxima acumulación de materia seca en el grano (o peso seco total máximo), la humedad promedio en esta etapa es de 30 a 35%. Pero, el grano no se encuentra aún listo para ser almacenado en forma segura, para lo cual se requiere de 13 a 15% de humedad.

Las apariciones de la madurez fisiológica por días varían considerablemente debido a que son afectados en gran medida, por factores como la temperatura, la duración los días y de la estación de crecimiento, la lluvia, la densidad y la fecha de siembra y la fertilidad del suelo. (Araoz, M. 2006).

### 2.2.3 Requerimientos nutricionales del maíz.

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización. (Fernando O. García. 2011)

<b>Nutriente</b>	<b>Requerimiento kg/ton</b>	<b>Índice de Cosecha</b>	<b>Extracción kg/ton</b>
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fósforo	4	0.75	3.0
Potasio	19	0.21	4.0
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4 g/ton	0.45	1.8 g/ton

Fuente: Fernando O. García. 2011

### 2.2.4 Fertilización del maíz.

La fertilización, en cuanto a sus dosis, fuentes y épocas de aplicación, se tiene que definir en dos aspectos clave: primero, la fertilidad natural, mediante un análisis de suelo, y, segundo, la meta de producción. Pero, de manera general, se recomiendan cuatro aplicaciones: Una en pre-siembra, otra al cierre de cultivo, una tercera al inicio

de floración y la última al llenado de grano. Este método proporciona una nutrición más balanceada al cultivo y favorece su rendimiento (Luque, 2008).

**Nitrógeno:** El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ejemplo, para producir 10 t/ha de grano el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento. La oferta del lote (nitrógeno en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. (García, 2002).

**Fósforo:** La mayor cantidad de fósforo que la planta necesita es absorbida continuamente por las raíces en forma de los componentes químicos  $H_2PO_4$  y  $HPO_4$ , muy pequeñas cantidades se absorben en forma orgánica. Por su movilidad y solubilidad debe ser aplicado 4 a 5 cm a lado y por debajo de la semilla. El requerimiento normal del maíz es de 0,40 kg por quintal producido, el periodo crítico de su utilización por la planta, se extiende desde la germinación y hasta los 45 días (Bonilla 2008).

**Potasio:** Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso en suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas (Galeón, 2008).

Según Rimache (2008), el incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes.

En el caso del uso de semillas, híbridas, estas respuestas son más notorias puesto que potencialmente son semillas con alta capacidad de rendimiento en condiciones óptimas de cultivos. La cantidad de fertilizantes a aplicarse depende principalmente de la densidad de la población, del tipo de suelo y materia orgánica. Un estudio adecuado sobre la historia del campo en la rotación de cultivo y las condiciones del suelo o el

abono empleado y análisis de suelo sirve de mucha ayuda para determinar la dosis más apropiada de los diferentes elementos (N-P-K).

### **2.3. Maíz dulce.**

Rimache (2008) indica que los maíces del grupo de los híbridos son dulces, y se caracterizan por presentar granos con endosperma duro, cristalino, translucido y completamente arrugado cuando está maduro. Este tipo de maíz se diferencia de los demás por la presencia de un gen en condición doble recesivo, el cual impide la conversión de algunos azúcares solubles en almidón. A este grupo pertenecen los llamados “Chullpi o maíces dulces”; el grano seco es usado por el poblador de la sierra como tostado o cancha y verde o fresco, sancochando la mazorca como choclo, desgranado, en conservas o frisados en las grandes ciudades.

Estos tipos de maíces se cultivan principalmente para consumir las mazorcas aún verdes. En el momento de la cosecha el grano tiene cerca de 70% de humedad y no ha comenzado aún el proceso de endurecimiento. Los granos tienen un alto contenido de azúcar y son de gusto dulce. La conversión del azúcar a almidón es bloqueada por genes recesivos, por ejemplo, azucarado (*su*), arrugado (*sh2*) y quebradizo (*bt1*). Los granos en su madurez son arrugados debido al colapso del endospermo que contiene muy poco almidón. En este caso es difícil producir semillas con buena germinabilidad y está tiende a ser más baja. Los tipos de maíz de grano dulce son susceptibles a enfermedades y son comparativamente de menor rendimiento que los tipos duros o dentados, por lo que no son comúnmente cultivado en forma comercial (Brewbaker, 1999).

## **2.4 Características de la variedad empleada en el estudio.**

### **2.4.1 IBTA algarribal-108.**

Emergencia: periodo que transcurre desde la siembra hasta la aparición de coleóptilo 6-8 días.

Crecimiento: aparición de las nuevas hojas cada tres días, 15-20 días después de emergencia.

Floración: las panojas se encuentran emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos, 4-6 semanas.

Fructificación: con la fecundación del polen se inicia la fructificación, se forman los granos aparece el embrión, a las tres semanas después de la polinización.

Características morfológicas: tipo de grano duro; longitud de la mazorca 18-22cm; tamaño de grano grande. Caracteres agronómicos: altura de la planta 240 cm; forma de consumo: choclo y en grano. Condiciones del cultivo: Valle de Tarija, Chuquisaca (zona con riego) y regiones subtropicales (Claure, 1996).

## **2.5 Definición de abonos verdes.**

El abono verde es un cultivo que se siembra en rotación o asociación con un cultivo comercial, el cual es incorporado al suelo con el fin de mantener, mejorar o restaurar sus propiedades físicas químicas y biológicas; y que además en algunas ocasiones puede ser utilizado antes de su incorporación, como alimentos de animales o consumo humano. (Costa, et. Al., 2009).

Se denomina abonos verdes a todas las especies de plantas que se incorporan en el suelo para elevar el contenido de material orgánico y por ende aumentar la fertilidad de los suelos, estas plantas deben incorporarse preferiblemente en floración o antes de este fenómeno fisiológico (García Carreon, Samuel; Martínez Menez, Mario; 2007).

Las especies usadas como abonos verdes se deben desarrollar entre los ciclos de cultivos desarrollados en las zonas donde se van a implementar, además de la premisa anterior debe tenerse en cuenta que la especie o especies de abonos verdes a sembrar luego de incorporarse debe permitirse un periodo de descomposición prudente



pues el fenómeno en sí afecta la germinación de las especies de cultivos comerciales. Es necesario tener en cuenta que al implementar especies de abonos verdes con relaciones de Carbono/nitrógeno muy estrechas se podría generar un efecto adverso puesto que los microorganismos luego de descomponer el material incorporado entraría a atacar las formas más estables de materia orgánica y se presentaría una disminución de ella (Colacelli, Norberto;, 2002).

### **2.5.1 Fertilizante Químico (F. Q.).**

Los fertilizantes químicos son preparados sobre la base de materias primas importadas y su procesamiento es altamente dependiente de energía.

Tanto las materias primas como los productos terminados están en manos de unas pocas empresas a nivel mundial, lo que crea una dependencia un tanto riesgosa para los agricultores y en última instancia para el país que basa su desarrollo agrícola en estos insumos.

Tratándose de materias primas y productos importados, su adquisición significa entre otros tener los costos basados en moneda extranjera, salida de divisas y la necesidad de mantener subsidios para equilibrar el desfase entre los precios internos de los productos y los precios externos de los insumos.

La aplicación al suelo de sustancias suelo de sustancias químicas o sintéticas para aumentar la capacidad productiva de los suelos y el rendimiento de cosechas.

#### **2.5.1.1 Ventajas**

- Nutrientes disponibles inmediatamente
- Se puede calcular la cantidad de nutrientes que se aplica.

#### **2.5.1.2 Desventajas**

- Los nutrientes se pueden lavar con facilidad (en especial N)

- Fácil aplicar en exceso

### **2.5.2 Abono Orgánico (A.O.).**

Los subproductos de origen vegetal y animal (abonos orgánicos) para que sean baratos en el mercado y puedan competir ventajosamente ante los fertilizantes químicos (tomando en cuenta la relación de contenidos nutricionales de ambos productos) deben de estar en una situación de exceso de oferta. Para que tal situación ocurra, implica que un número grande de fincas que están generando estos subproductos no los están reciclando y utilizando como deberían.

Utiliza sustancias naturales mantiene y fomenta la fertilidad de los suelos se protege el medio ambiente.

#### **2.5.2.1 Ventajas.**

- Provee nutrimentos necesarios.
- Liberación lenta.
- Mejora propiedades físicas de los suelos.
- Beneficios económicos ambientales.

#### **2.5.2.2 Desventajas.**

- Los nutrimentos no están disponibles inmediatamente.
- La concentración de nutrientes no es conocida.
- Posible deficiencia de ciertos nutrimentos esenciales.

### **2.5.3 Cualidades que deben reunir los abonos verdes.**

Producción de abundante biomasa aérea en períodos cortos de tiempo. Algo que normalmente no se menciona es la biomasa radical, la cual en algunos de estos AV (abonos verdes) contribuye a un efecto rizosférico que impacta disponibilidad de nutrientes, estructura del suelo y aún una acción de biotaladración, como en el caso de *Cajanus cajanfríjol* de año (Sánchez de P. et al., 2007).

Su metabolismo fisiológico debe permitir que alcancen rápidamente la floración, etapa ideal para su incorporación (Prager et al., 2002).

Las especies que se emplean como abonos verdes deben ser competitivas con la flora acompañante y de fácil adaptación a las condiciones del medio. La condición herbácea, acompañada de bajas a medias relaciones C/N (carbono/nitrógeno) son ideales para favorecer una rápida incorporación al suelo y por lo tanto, disponibilidad de nutrientes.

En los abonos verdes pueden aunar otras cualidades como por ejemplo albergadoras de insectos benéficos y/o efectos alelopáticos sobre arvenses. (Altieri y Nicholls, 2002). Por ejemplo, *Crotalaria júncea* ha sido registrada como especie albergadora de insectos que hacen control biológico. *Canavalia ensiformis* muestra efectos alelopáticos contra poblaciones de ácaros (Marín, 2012)

#### **2.5.4 Beneficios ligados a la utilización de abonos verdes.**

Son múltiples los beneficios que se han registrado en torno al uso de abonos verdes. Algunos de ellos se pueden resumir así:

Mantienen el suelo productivo, asegurando producción en las cosechas, contribuyendo a la seguridad alimentaria (local y regional) y a la generación de ingresos (Prager et al., 2002).

Mejoramiento de las propiedades nutricionales del suelo, ligado al aumento del contenido de nutrientes en el suelo y de la materia orgánica en el suelo. Esto hace que disminuyan los costos de fertilización con productos de síntesis química industrial (Gómez, 2000).

Los abonos verdes son capaces de agregar al suelo hasta 50 T/Ha de materia orgánica (peso fresco) en cada aplicación. Esta materia orgánica, a su vez, tiene toda una serie

de efectos positivos sobre el suelo, tales como mejorar su capacidad de retención de agua, su contenido de nutrientes, su equilibrio de nutrientes y pH. (Bunch, 1994).

### **2.5.5 Importancia de las leguminosas como abonos verdes.**

Las leguminosas son de gran importancia económica por obtenerse de ellas altos rendimientos y gran proporción de principios nutritivos. Por tal razón se han usado para la alimentación del hombre y de los animales domésticos. Estas plantas tienen también múltiples empleos en la agricultura, por ejemplo como abono verde, forraje y ensilado. Abonos verdes son todas aquellas leguminosas que se utilizan en la mejora de los suelos; con su utilización se pretende incrementar la fertilidad del suelos a la vez que se preservan de la erosión, se conserva la humedad en periodos de sequía, se controlan malezas y plagas y se obtiene un ingreso adicional (Velásquez y Rodríguez 1986; citado por Palacios y Montenegro, 2006)

### **2.6 Fijación de nitrógeno en leguminosas.**

La cantidad de nitrógeno fijada por las bacterias varían según la relación de hidratos de carbono y nitrógeno asimilable del suelo, si la cantidad de hidratos de carbono es grande y la de nitrógeno es escasa, las bacterias fijarán más nitrógeno que en caso contrario. Por otra parte la cantidad de nitrógeno fijada por una leguminosa es afectada por la velocidad de fotosíntesis, de crecimiento y de nitrógeno asimilable. La experiencia práctica indica que la cantidad de nitrógeno en la parte aérea de la leguminosa equivale, aproximadamente a la cantidad fijada en el suelo mientras que el nitrógeno contenido en las raíces equivale más o menos al extraído de este. (Rafael Chávez V. y Juan Romero V. 2011)

### **2.7 Especies de leguminosas usadas como abono verde.**

Las plantas usadas como abono verde poseen un sistema radicular profundo y ramificado, permitiendo el reciclaje de nutrientes de las capas más profundas del suelo. Esto depende de la cantidad y distribución del agua, de la capacidad buffer de los suelos y de la duración de los procesos de lixiviación. (Chasi y Muso, 2009).

Se puede utilizar cualquier planta herbácea como abono verde y de hecho la incorporación de las hierbas que nacen junto con el cultivo, son las que mantienen en cierta medida el nivel de materia orgánica del suelo.

Por lo general se requiere un abono verde que aporte nutrimentos y o materia orgánica y se recomienda emplear plantas que aporten algún nutrimento de interés como el nitrógeno.

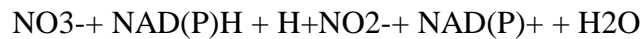
Las plantas más utilizadas son las leguminosas (frejol, haba, alfalfa, veza, frejol moscafe, etc.) debido a que estas plantas tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire por medio de una asociación con ciertos microorganismos, que forman módulos. Los módulos fijan una cantidad considerable de nitrógeno, la cual depende del tipo de planta y de la cantidad del follaje (hojas y tallo) que produzca, de tal forma de que cuando sembramos un cultivo para incorporarlo como abono verde, ahorramos una buena cantidad de fertilizantes nitrogenados para el cultivo siguiente (Espinosa 2003).

## **2.8 Asimilación del Nitrógeno.**

Los dos procesos biológicos por los que el nitrógeno inorgánico es convertido en nitrógeno orgánico son la fijación del nitrógeno molecular ( $N_2$ ) y la asimilación del nitrato. Aunque el gas di nitrógeno presente en la atmósfera constituye el mayor reservorio de nitrógeno inorgánico disponible, sólo ciertos procariontas -en estado libre o en asociación con algunas plantas (principalmente, leguminosas)-, son capaces de fijar y asimilar dicha forma de nitrógeno.

La asimilación del nitrato consta de tres etapas: 1) absorción; 2) reducción del nitrato a amonio; y 3) incorporación del amonio a esqueletos carbonados para la síntesis de aminoácidos, proceso que recibe el nombre específico de asimilación del amonio.

Las plantas asimilan la mayor parte del nitrato absorbido por sus raíces en compuestos orgánicos nitrogenados. La primera etapa de este proceso es la reducción de nitrato a nitrito en el citoplasma. La enzima nitrato reductasa (NR) cataliza la siguiente reacción:



$$\Delta G = - 34.2 \text{ Kcal/mol}; \Delta E = 0.74 \text{ voltios}$$

En la que se observa un gran cambio de energía libre bajo condiciones estándar, siendo una reacción irreversible. La NR – NADPH (Ec. 1.6.6.1) está presente en las plantas superiores y en algas, las formas NAD(P)H se encuentran en algas, hongos y plantas superiores y la forma específica de NADPH se encuentra en hongos. En las hojas la NR es NADH dependiente, mientras que en la raíz existen dos formas NADH y NADPH dependientes. La nitrato reductasa cataliza el primer paso de la asimilación del nitrato en todos estos organismos, el cual parece ser el proceso que limita la adquisición de N en la mayoría de los casos, siendo esta enzima regulada por el NO<sub>3</sub> y la luz entre otros factores (Pereyra C 2001).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y ubicación.**

##### **3.1.1 Ubicación del área de estudio.**

El presente trabajo de investigación, se realizó en la comunidad de Porcelana, dicha comunidad se encuentra a una distancia de 6.8 km de la ciudad de Bermejo y a 1.6 km al Este de la estación meteorológica AASANA (administración de aeropuertos y servicios auxiliares a la navegación aérea); geográficamente la comunidad está ubicada entre las coordenadas 22° 46' de latitud sur y 64° 17' de longitud oeste. (Anexo 1)

##### **3.1.2 Localización.**

El Municipio de Bermejo se encuentra localizado en la Segunda Sección de la Provincia Arce del Departamento de Tarija, distante a 195 km de la ciudad capital. Se encuentra a una altura de 400 msnm, esta geográficamente entre las coordenadas 22° 35' 24'' – 22° 52' 09'' de Latitud Sur y 64° 26' 30'' - 64° 14' 16'' de Longitud Oeste; al Norte limita con la serranía San Telmo y la Colonia Ismael Montes, al Este con el Río Tarija y la República Argentina, al Oeste con el Río Bermejo y la República Argentina, y al Sur con las juntas de San Antonio y la República Argentina (Gobierno Municipal de Bermejo, 2010).

#### **3.2 Características agroecológicas.**

##### **3.2.1 Clima.**

El Triángulo de Bermejo tiene un clima subtropical semihúmedo, con una temperatura máxima extrema de 47° C y una mínima extrema de - 4° C siendo la temperatura media

de 22° C; la humedad relativa media de 57,4% y una precipitación pluvial que oscila entre 1000 a 1500 mm al año. La altura sobre el nivel del mar está entre 400–550 msnm (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares de Navegación Aérea-AASANA, 2011).

### **3.2.2 Geomorfología.**

El municipio, conocido como “el Triángulo de Bermejo” en el que sobresalen internacionalmente el Río Bermejo y Grande de Tarija, corresponde a un conjunto de serranías paralelas del sub-andino, con alturas y grados de disección muy variables, también las serranías encierran una serie de valles de montaña y forma variable, con sedimentos aluviales y coluviales del cuaternario (Sales et al., 2001).

### **3.2.3 Suelos.**

Los suelos son de origen aluvial en los márgenes del río y quebradas, donde existen relieves planos en menor proporción y pendientes moderadas en pie de monte, destacando en ellos el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum sp.*), y los suelos de origen coluvial, ocupan posiciones de laderas con relieve de pendiente onduladas, y fuertemente quebradas, destinadas a cultivar papaya (*Carica papaya*), diferentes especies de cítricos (*Citri sp.*), maíz (*Zea maíz*), arroz (*Oriza sativa*), papa (*Solanu sp.*), caña de azúcar (*Sacharum sp.*), y otros.

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 afloramientos rocosos; las texturas de los suelos son variables, encontrando desde arenosos, franco arenoso, franco arcilloso y otros en menor proporción, citado por (Galean, 2001).



### **3.3 Materiales.**

#### **3.3.1 Material vegetativo.**

Semilla de maíz (*Zea mays*) variedad = ibta algarrobal 108.

Semilla de mucuna (*Mucuna pruriens* L.)

Semilla de arveja (*Pisum sativum* L.)

Semilla frijol caupi (*Vigna unguiculata* L.)

**Mucuna** (*Mucuna pruriens* L.).

Según el clima la planta puede ser bianual o anual, de grandes hojas trifoliadas, foliolos laterales de forma asimétrica, 70-150 mm de largo, 50-120 mm de ancho, presenta inflorescencia en racimos axilares, de hasta 320 mm de largo, flores de color purpura o blanco pálido. Vainas oblongas, de 40-130 mm de largo, 10-20 mm de ancho, finalmente pubescentes con pelos de color blanco o marrón claro, sus vainas contiene hasta 7 semillas de forma oblonga y elipsoidal de 10-18 mm de largo, 8-13 mm de ancho, 4,0-6,5 mm de espesor, de color variable (negro, marrón, crema, blanco, gris, beige, y moteado). (Tropical Forages, 2008)

El abono verde de la mucuna incrementa el potencial productivo del suelo. Siendo una leguminosa (Fam. Fabácea), la mucuna es capaz de fijar el nitrógeno atmosférico con los módulos que se forman en las raíces y almacenarlo en sus hojas. Rosando la mucuna después de cuatro meses, el nitrógeno se libera durante la pudrición de la hojarasca y pasa a estar disponible para ser aprovechado por el cultivo. También indican que la mucuna puede fijar entre 200 kg y 350 kg de nitrógeno por hectárea por año, lo que resulta en un incremento notable del potencial productivo del suelo y de la producción del maíz, en el experimento realizado en Nauta, la producción aumento de manera considerable (pasando de 1000 kg por hectárea a 2200 kg por hectárea), doblando los rendimientos que se obtiene generalmente en zonas inundables del río Marañón. (bukles et al. 1999). (Anexo 7)

## **Arveja.**

Nombre científico: *Pisum sativum* L. La arveja constituye una buena alternativa para el invierno. Entre los alimentos es muy apreciada por su utilización es una amplia variedad de comidas; es rica en Calcio, Fósforo, Hierro y Vitaminas A, B y C. la arveja (*Pisum sativum* L) es una planta herbácea de la familia de las leguminosas oriunda. (Vaca, 2011). (Anexo 7).

Para la utilización como cultivo cobertura o abono verde, la arveja entra al sistema de rotación como cultivo de sucesión antes del cultivo principal, la incorporación de la planta se realiza antes de la floración con un tiempo de incorporación de la planta se realiza al inicio de la floración con un tiempo de descomposición de 6 a 8 semanas, (Díaz, 2002).

## **Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), una leguminosa multipropósito.**

Es una planta herbácea con hábitos de crecimiento erecto, semirrecto y rastrero. Crece hasta 80 cm y tiene un sistema de raíces bien desarrollado. Tiene flores blancas, amarillas, violetas o cremas; hay variedades con producción de semillas sincronizada y otras con producciones escalonadas. Existen materiales tipo grano, tipo follaje y los intermedios. Se adapta bien a diferentes suelos y climas con precipitaciones entre 700 y 2000mm, prefiere suelos bien drenados. Crece muy rápido entre 70 y 140 días, desde el nivel del mar hasta los 1600m y tiene tolerancia a sequía. En suelos arcillosos tiene tendencia para producir más biomasa en contraste, los suelos arenosos favorecen la producción de grano. Rendimiento Biomasa. Tiene alta producción de biomasa en 2 a 4 meses y dependiendo del suelo, clima, competencia de malezas. (Anexo 7)

Abono verde Caupí es un excelente abono que puede reemplazar la aplicación de 40 a 80 kg/ha de nitrógeno; se puede utilizar para recuperar la fertilidad del suelo. Su descomposición es muy rápida es necesario plantar el cultivo después de la

incorporación (en áreas planas) o aplicación como mulch (en suelos pendientes). (CIAT, 2005).

### **3.3.2 Material de gabinete.**

Computadora

Impresora

Calculadora

Resma

### **3.3.3 Material de muestreo de suelo.**

Bolsas plásticas

Balde

Cilindro

Cuchillo

Balanza

### **3.3.4 Material de campo.**

Libreta de campo

Azadón

Pala, Machete

Estacas

Wincha

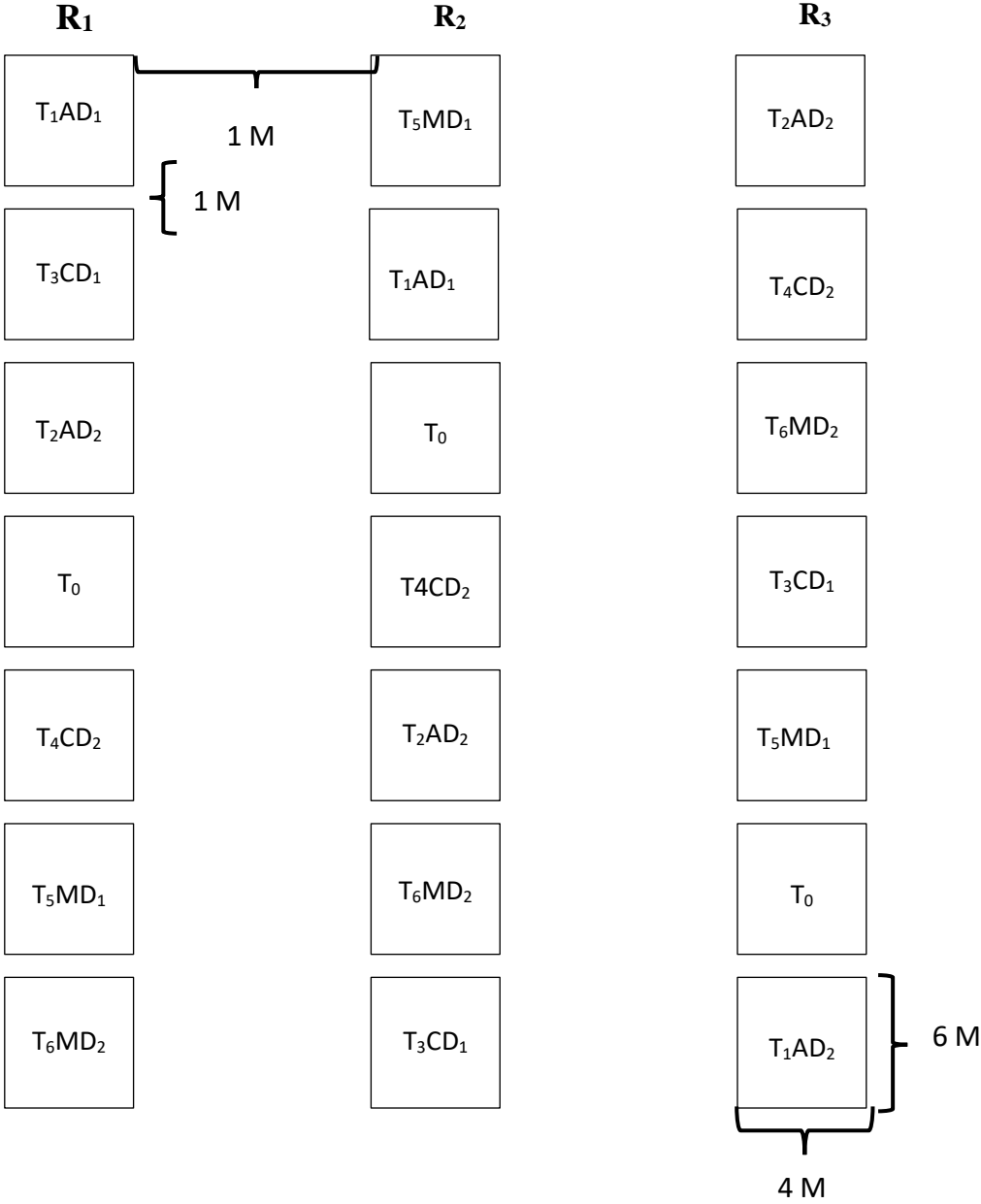
## **3.4 Metodología.**

### **3.4.1 Diseño experimental.**

El diseño experimental utilizado en el ensayo fue de bloques al azar con un arreglo factorial de 2x3 con tres leguminosas y dos densidades de siembra en presencia de un

testigo, teniendo 7 tratamientos y 3 repeticiones obteniendo un total de 21 unidades experimentales de 4 m de ancho por 6 m de largo haciendo un área total de ensayo de 504 m<sup>2</sup>.

**DISEÑO DE CAMPO**



## Descripción de los tratamientos.

### Primera etapa.

**T0** = sin especies de abonos verdes.

**T1AD1** = Arveja + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

**T2AD2** = Arveja + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

**T3AD1** = Frijol caupí + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

**T4AD2** = Frijol caupí + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

**T5AD1** = Mucuna + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

**T6AD2** = Mucuna + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera)

### Segunda etapa.

**T1AD1M** = Arveja + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera)+Maíz.

**T2AD2M** = Arveja + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera) +Maíz.

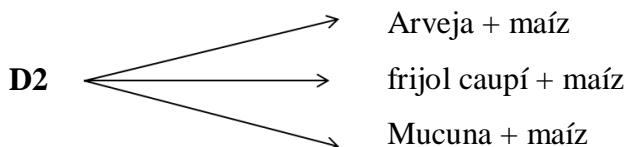
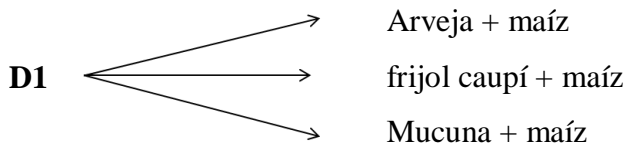
**T3AD1M** = Frijol caupí + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera)  
+Maíz.

**T4AD2M** = Frijol caupí + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera)  
+Maíz.

**T5AD1M** = Mucuna + densidad uno (0,40 m entre planta y 0,70 m entre hilera) +Maíz.

**T6AD2M** = Mucuna + densidad dos (0,20 m entre planta y 0,70 m entre hilera) +Maíz.

**T0** = Maíz solo.



FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS	RÉPLICAS	UNIDAD EXPERIMENTAL
1. Tipo de abono verde	Arveja	A1	3	21
	Frijol caupí	A2		
	Mucuna	M1		
	Testigo	M2		
2. Densidad de siembra.	1	C1		
	2	C2		
Con la presencia de un testigo.				

#### **3.4.1.1 Características del diseño.**

Número de tratamientos: 6

Número de réplicas: 3

Número de densidades de las leguminosas: 2

Número de testigos: 1

Número de unidades experimentales: 21

Largo de la unidad experimental: 18 m

Ancho de la unidad experimental: 28 m

Espacio entre bloques: 1m

Superficie por unidad experimental: 24m<sup>2</sup>

Superficie neta: 504 m<sup>2</sup>

Área total del ensayo: 680 m<sup>2</sup>

#### **3.4.2 Trabajos del ensayo**

##### **3.4.2.1 Selección de la parcela.**

Se seleccionó dicha comunidad ya que los suelos son pobres en nutrientes por ser suelos donde se cultivaba caña de azúcar y no fueron renovados por varios años, con dicho trabajo se realizó una rotación de cultivo y la incorporación de abonos verdes para el aumento de nutrientes al suelo.

### **Primera etapa.**

#### **3.4.2.2 Muestreo del suelo.**

Para la recolección de muestras se trabajó empezando con el primer muestreo, este se realizó unos días antes de la implantación del ensayo para la cual se tomó 20 sub muestras a una distancia de 6 m entre sí y a una profundidad de 0,20 m, luego se unió y mezcló entre sí, haciendo una sola muestra, luego se dividió en 4 partes y se tomó una parte como muestra representativa.

El segundo muestreo se realizó a los 3 meses después de la incorporación de los abonos verdes al suelo, se tomaron 3 sub muestras al azar por parcelas, haciendo un total de 9 sub muestras por cada tratamiento, estas fueron unidas y mezcladas entre sí, se dividió en 4 partes y se tomó una parte como muestra representativa y fue llevada al laboratorio. Este procedimiento se realizó para los 6 tratamientos T1 y T2: Arveja (*Pisum sativum L.*), T3 y T4: Frijol caupì (*Vigna unguiculata L.*) y T5 y T6: Mucuna (*Mucuna pruriens*). Esto se realizó para saber cuánto de nutrientes se aportó al suelo con la aplicación de las tres especies de leguminosas como abono verde.

#### **3.4.2.3 Preparación del terreno.**

Para esta labor se realizó la limpieza del terreno dejando libre de malezas, para la respectiva siembra de las tres especies de abono verde. (Anexo 4)

#### **3.4.2.4 Siembra de las especies de abono verdes.**

La siembra de las tres especies (arveja, mucuna y frijol caupí) se realizó de forma manual, se depositó 5 semillas en arveja y 4 semillas de mucuna y frejol caupí, la densidad uno (D<sub>1</sub>) se realizó de 0,40 x 0,70 m para las 3 especies, la densidad dos (D<sub>2</sub>) se realizó de 0,20 x 0,70 m para las tres especies, de hilera a hilera fueron las mismas para las tres especies, se sembraron en fecha 4 de agosto. La incorporación de los abonos verdes se lo realizó a los 75 días de acuerdo a su floración de cada especie para su descomposición. (Anexo 4 y 5)

#### **3.4.2.5 Incorporación de las especies de abonos verdes al suelo.**

Arveja: se incorporó en su estado de floración a los 60 días después de la siembra a una altura de 0.50 m., esto se dio por las altas temperaturas.

Frijol caupí: se incorporó a los 75 días cuando este presentó el 70% de su floración a una altura de 0.80 m.

Mucuna: se incorporó a los 90 días después de la siembra, presentando más del 50% de su floración a una altura de 1m

#### **Segunda etapa.**

#### **3.4.2.6 Siembra del cultivo del maíz.**

La siembra se realizó el 11 de noviembre, en forma manual con la ayuda de un azadón a una distancia entre planta de 1 m de planta a planta y 1m entre hilera, con 4 semillas por golpes. (Anexo 8)

#### **3.4.3 Labores culturales.**

Esto se realizó para las dos etapas.

##### **3.4.3.1 Riego.**



Se realizó un riego uniforme a los tratamientos, desde del momento de la siembra, luego cada tres días y cuando el cultivo lo requiera de acuerdo a las temperaturas.

#### **3.4.3.2 Control de malezas.**

El control de malezas se realizó de forma manual o con la ayuda de un azadón, de acuerdo con la invasión de las mismas, esto se realizó con la finalidad de que las malas hierbas no compitan con los nutrientes del cultivo de las leguminosas y el cultivo el maíz. Las malezas encontradas fueron exclusivamente el cebollín (*Siperus rotundum*).

#### **3.4.3.3 Control de plagas y enfermedades.**

En el cultivo de las leguminosas no se observó ninguna plaga y enfermedad.

En el cultivo del maíz el control plagas, se realizó de forma química con la aplicación de Lorsban pluss con una dosis de 20 ml/20 litros de agua, se pudo evidenciar la presencia de plagas como el gusano cogollero que estuvo presente en todo el ciclo del cultivo, provocando daños considerables en la etapa inicial del ensayo, por lo que se procedió al fumigado del cultivo cada diez días y de esta manera controlar el ataque y reducir el daño causado.

#### **3.4.4 Variable a estudiar.**

##### **Primera etapa.**

- **Observación fenológica de las especies de abonos verdes:**

Para poder obtener estos datos se tomó en cuenta las características agronómicas, de cada una de las especies, los días que tardaron en germinar la semilla, la floración y la altura de la planta, las especies se evaluaron tomando dos surcos por cada repetición. (Anexo 6 y7)

- **Determinación del aporte de nitrógeno, fósforo y potasio:**

Esto se realizó a los tres meses después de la incorporación de la materia verde las especies al suelo, se tomó sub muestras de cada repetición, para ser llevadas al laboratorio y ahí se determinó el aporte de N, P y K, por parte de las especies incorporadas. (Anexo 12)

- **Determinación del aporte de la materia orgánica:**

Con los datos obtenidos del laboratorio también se pudo conocer la cantidad de materia orgánica aportada al suelo por cada una de las especies. (Anexo 12)

### **Segunda etapa.**

- **Rendimiento del cultivo de maíz dulce:**

Para conocer el rendimiento del cultivo del maíz con la incorporación de abonos verdes se evaluaron: (Anexo 9)

- Días en la floración
- El tamaño de mazorca por planta.
- número de hileras por mazorca
- Peso de la mazorca.
- Altura de la planta.
- Número de mazorca por planta.
- Docenas por hectárea.
- Análisis económico de maíz dulce por ha.

- **Cosecha.**

La cosecha se realizó a los 90 a 110 días después de la siembra (11/02/2019) cuando el maíz se encontraba en estado lechoso o choclo. Para realizar la toma de datos en el ensayo se tomó en cuenta solo las mazorcas de surcos centrales de cada parcela con el propósito de evitar el efecto de borde.

- **Rendimiento docena/ha.**

Los rendimientos se consideraron a partir del número de mazorcas cosechadas por tratamiento, tomando en cuenta la siguiente variante: docenas/ha por cada tratamiento en estudio.

### **3.4.5 Tabulación y análisis de datos.**

Para el análisis y tabulación de datos en cuanto a los días de floración, peso de la mazorca, longitud de la mazorca y altura de la planta en el maíz se empleó el ANVA (análisis de varianza) y la prueba de tukey.

Para la interpretación de los análisis de laboratorio se utilizaron fórmulas propuestas por Cuesta y Villaneda (2003), para saber la cantidad de nutrientes que existen en el suelo en Kg.ha-1.

Fórmula para la Materia Orgánica.

$$M.O. = 10000 * Prof. * Da * M.O\%$$

Fórmula para el Nitrógeno.

$$N = 10000 * Prof. * Da * N\%$$

Fórmula para el Fósforo.

$$P = 10000 * Prof. * Da * P \text{ (ppm)}$$

Fórmula para el Potasio.

$$K = 10000 * Prof. * Da * K \text{ (meq/100gr)}$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### PRIMERA ETAPA

#### 4.1. Observación fenológica de las especies de abonos verdes.

El número de días en la germinación para la arveja se pudo observar a los 8 días después de la siembra, para el frijol capí a los 10 días y la mucuna a los 14 días estando con un porcentaje del 70 % de germinación para cada especie. (Anexo 6)

Los días de la floración se tomó en cuenta a partir del día de la siembra, la arveja floreció a los 60 días después de la siembra, el frejol caupí a los 75 días después de la siembra y la mucuna se pudo observar su floración a los 90 días después de la siembra. (Anexo 7).

De acuerdo a la altura de la planta de cada especie los valores promedios fueron de 0,50 m para la arveja, para el frijol caupí 0,80 m y para mucuna alcanzó los 1 m.

#### 4.2 Interpretación de los resultados de los análisis de suelo.

Cuadro 1. Resultados químicos de suelos antes de la siembra.

N° LAB.	IDENTIFICACIÓN	PROF. (cm)	Da. (g/cc)	CANTIDADES DE CAMBIO Meq/100g	MO %	N.T. %	P Olsen ppm
				K			
12115	M - 1	20	1,38	0,13	2,34	0,146	17,34

De acuerdo al cuadro 1 se observan los resultados de los análisis del suelo, obtenidos antes de la siembra, el cual nos indica un porcentaje de 0,13 meq/100g de potasio (muy bajo), 2,20 % de M.O. (moderado) y 17,34 ppm de fósforo (alto). (Anexo 10 y 11)

Según FAO (2001), el maíz produce 4.0 tn/ha de grano requiere alrededor de 150 Kg/ha nitrógeno (N), 180Kg/ha de fósforo (P) y 668Kg/ha de potasio (K) por ciclo de producción, el pH dentro del cultivo de maíz puede variar entre 5.5 y 8.0 siendo óptimo entre 6.0 - 7.0.

La identificación de fuentes alternas de fertilización y manejo de suelos es imperativo para el desarrollo sustentable de la agricultura. Los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en el manejo de estos problemas (Teasdale *et al.*, 2007). Las plantas cobertoras se han integrado con éxito en los sistemas de agricultura de conservación en muchas partes del mundo principalmente para proporcionar la cubierta superficial, así como para mejorar la fertilidad del suelo y suprimir las poblaciones de malezas (Flower *et al.*, 2011).

#### **4.3 Parámetros evaluados de los resultados de análisis de suelo antes y después de la siembra.**

Se realizó una comparación de los resultados de laboratorio realizados antes de la siembra, con los resultados de los análisis después de la siembra, esto se realizó de acuerdo a los objetivos planteados en el ensayo con el fin de determinar el aporte de N, P, K y Materia Orgánica por parte de cada tratamiento. (Anexo 12)

Como se observa en el cuadro 2, el porcentaje de Materia Orgánica después de la incorporación aumento en cada uno de los tratamientos a comparación del testigo.

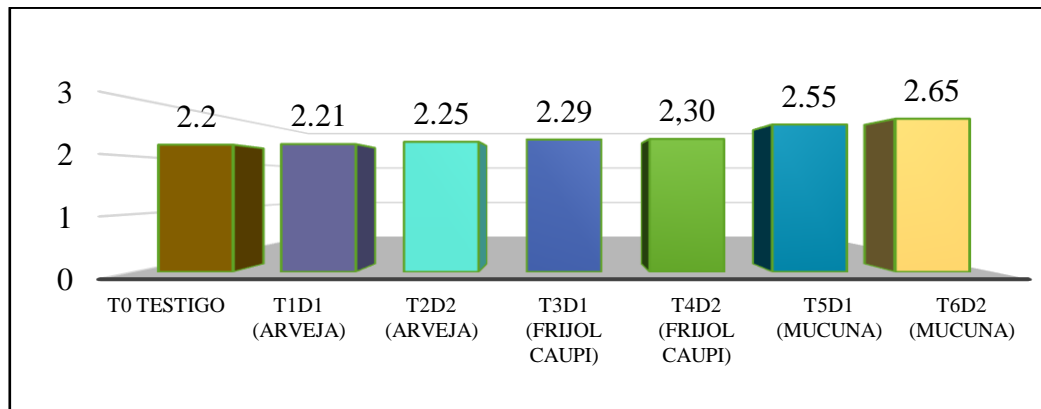
**Cuadro 2.** Comparación de Materia Orgánica (%).

Profundidad	Antes de la siembra	Después de la siembra					
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub>

20	2,20	2,21	2,25	2,29	2,30	2,55	2,65
----	------	------	------	------	------	------	------

Los tratamientos con aporte más alto de materia orgánica fue por parte del T6D2 con 2,65 % que equivale a 73140 Kg/ha, en segundo lugar el tratamiento T5D1 con 2,55 % que equivale a 70380 kg/ha, en lugar tercer está T<sub>4</sub>D<sub>2</sub> con 2,30 % que equivale a 63480 Kg/ha, en cuarto lugar el tratamiento T3D1 con 2,29 % que equivale a 63204 kg/ha, en quinto lugar el tratamiento T2D2 con 2,25 % que equivale a 62100 kg/ha y en el último lugar el tratamiento T1D1 con 2,21 % que equivale a 60996 kg/ha., de acuerdo a los resultados se tiene un aumento a comparación con el testigo.

**Grafica 3:** Comparación de Materia Orgánica (%).



Los efectos que provocan los cultivos de cobertura en el suelo son muy variables, dependen de las propiedades químicas, la especie utilizada y la producción de biomasa. De igual manera, dependen del tiempo de cobertura, las condiciones locales y la interacción entre estos factores. La familia de las leguminosas es la más utilizada en cultivos de cobertura, ya que recicla macro y micronutrientes, generalmente tiene un sistema radicular profundo y extenso, es capaz de extraer nutrientes de las capas más profundas del suelo, y proporciona grandes cantidades de MO en el suelo (Almeri *et al.*, 2012).

**Cuadro 3.** Comparación de nitrógeno.

Para la comparación del nitrógeno se realizó a partir del contenido de la materia orgánica (kg/h) tomando en cuenta que solo el 5% pasa a nitrógeno total.

Profundidad	Antes de la siembra	Después de la siembra					
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub>
20	60720	60996	62100	63204	63480	70380	73140

Los tratamientos con aporte más alto de nitrógeno asimilable fue por parte del T6D2 con 73140 Kg/ha M.O que equivale a 73,14 kg/ha N.A, en segundo lugar el tratamiento T5D1 con 70380 kg/ha M.O que equivale a 70.38 kg/ha de N.A., en lugar tercer está T<sub>4</sub>D<sub>2</sub> con 63480 Kg/ha M.O que equivale a 63.48 kg/ha de N.A., en cuarto lugar el tratamiento T3D1 con 63204 kg/ha M.O que equivale a 63.20 kg/ha de N.A., en quinto lugar el tratamiento T2D2 con 62100 kg/h M.O, que equivale a 62.10 y en el último lugar el tratamiento T1D1 con 60996 kg/h M.O. que equivale a 60.99 kg/ha de N.A., de acuerdo a los resultados se tiene un aumento a comparación con el testigo con 60720 kg/ha M.O., que equivale a 60.72 kg/ha de N.A.

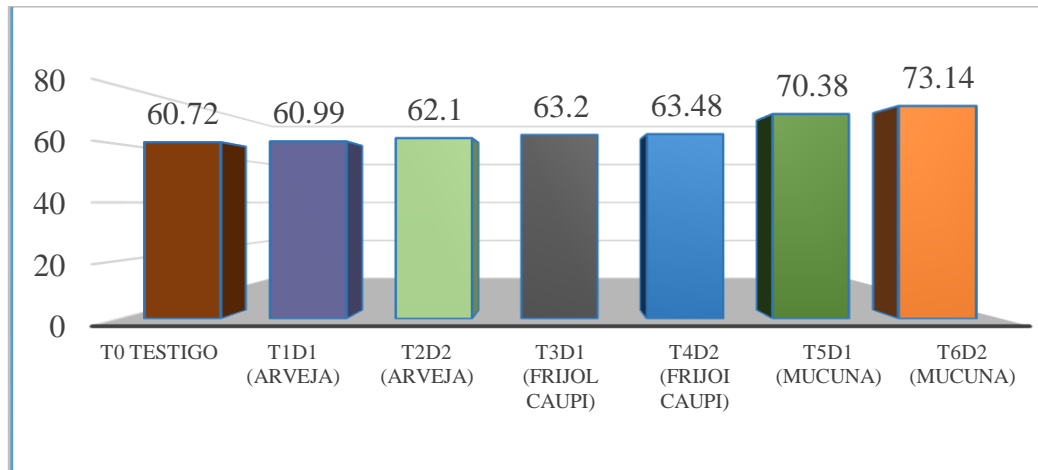
Los cultivos de cobertura juegan un papel importante en el ciclo del N y pueden ser una herramienta eficaz para optimizar la administración de este nutriente (Tonitto et al., 2006).

Los cultivos de cobertura pueden proporcionar todo o la mayor parte del N requerido por el cultivo subsiguiente si hay suficiente cantidad de producción de biomasa de la leguminosa (Griffin *et al.*, 2000).

*Mucuna pruriens*, bien sea utilizada como cobertura muerta ó abono verde, es un recurso importante y valioso para contribuir a la conservación de los suelos y a la práctica de nuevas tecnologías de cultivo. (Sanclemente., 2009)

**Grafica 4.** Comparación de nitrógeno kg/h N.A.





Choque (2005), indica que el nitrógeno es el constituyente fundamental de los tejidos vegetales, necesario para la formación de núcleos celulares, para la biosíntesis de proteínas, es el elemento que confiere el color verde y condiciona el desarrollo vegetal, su escasez produce raquitismo, su exceso produce desequilibrio en el área foliar, radicular, que se convierte en un retraso en la floración, fructificación.

La demanda de N del cultivo de maíz aumenta marcadamente a partir del estado de 5-6 hojas desarrolladas (30-50 días después de la emergencia). Por esta razón, la aplicación en este estado del cultivo o inmediatamente previa ha sido reportada como la de mayor eficiencia de uso de N (Sainz Rozas et al., 1999).

La especie *Mucuna pruriens*, ha sido una de las más usadas como abono verde y cobertura vegetal; según los más recientes reportes de estudios de investigación en éste tema, mostrando sus mayores beneficios en la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, el control de vegetación espontánea, la retención de humedad y la reducción de la erosión (CIDICCO, 2003).

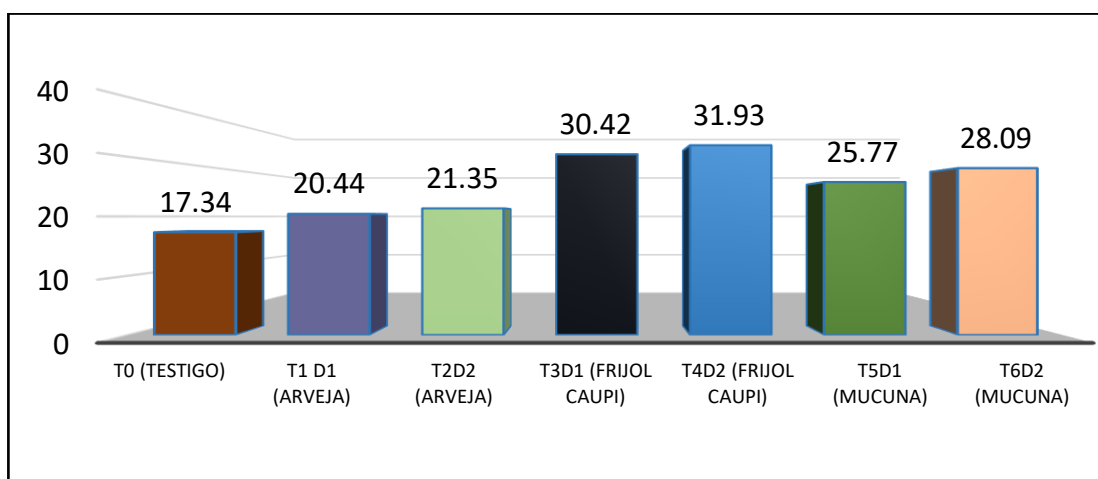
**Cuadro 4.** Comparación de fósforo (ppm).

Profundidad	Antes de la siembra	Después de la siembra					
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub>
20	17,34	20,44	21,35	30,42	31,93	25,77	28,09

Como se observa en el cuadro 3, el porcentaje de fósforo después de la incorporación aumento en los tratamientos T4D2 (frijol caupí), T3D1 (frijol caupí), T6D2 (mucuna), T5D1 (mucuna), T2D2 (Arveja) y T1D1 (Arveja).

Los tratamientos con mayor aporte fue el T4D2 con 31,93 ppm que equivale a 251 Kg/ha, en segundo lugar está el tratamiento T3D1 con 30,42 ppm que equivale a 192 Kg/ha, en tercer lugar el tratamiento T6D2 con 28,09 ppm, que equivale a 177.54 kg/ha, en cuarto lugar el tratamiento T5D1 con 25,77 que equivale a 162 kg/h, en quinto lugar el tratamiento T2D2 con 21,35 ppm que equivale a 134.94 kg/ha y en sexto lugar se observa el tratamiento T1D1 con 20,44 ppm que equivale a 129.18 kg/h. De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro 3 la cantidad de fósforo aumento en todos los tratamientos a comparación del testigo con 17.34 ppm. Que equivale a 109.59 kg/ha (grafica 5).

**Grafica 5.** Comparación de fósforo (ppm).



La aplicación de los fertilizantes fosfatados debe hacerse a la siembra o antes de la siembra de manera tal que el P esté disponible para el cultivo desde la implantación. La reducida movilidad del ión ortofosfato y la retención (fijación, adsorción e inmovilización) del fertilizante fosfatado en el suelo requieren de la aplicación localizada del mismo, especialmente en suelos de bajo contenido de P disponible y en siembras tempranas. Sin embargo, en los últimos años, en ensayos realizados bajo sistemas de estabilizados (más de 5 años), se han encontrado eficiencias de uso del P aplicado similares para aplicaciones al voleo anticipadas al menos 60 días antes de la siembra y aplicaciones en bandas a la siembra (Bianchini et al., 2004)

**Cuadro 5.** Comparación de potasio (meq/100g).

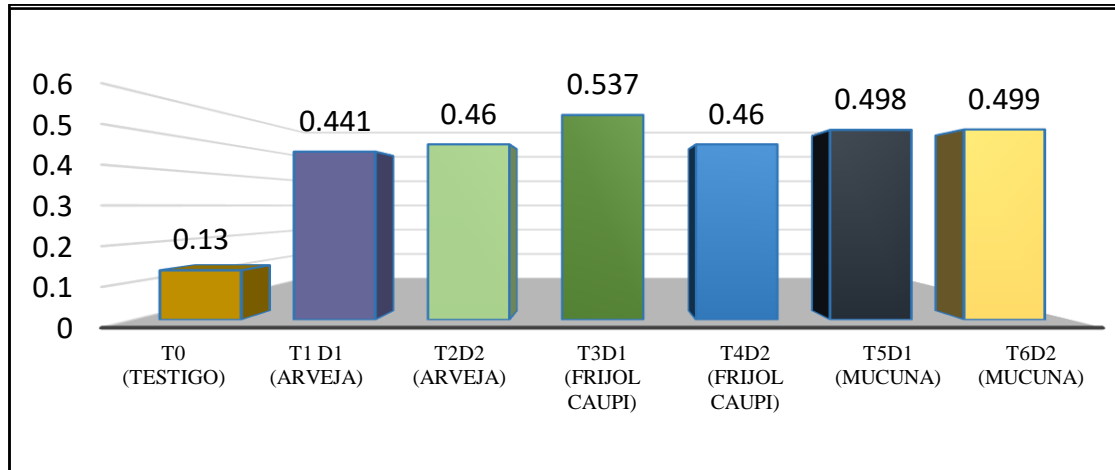
Profundidad	Antes de la siembra	Después de la siembra					
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub>
20	0,13	0,441	0,460	0,537	0,460	0,498	0,499

Como se observa en el cuadro 4, el porcentaje de potasio después de la incorporación aumentó en cada uno de los tratamientos a comparación del testigo.

Los tratamientos con mayor aporte fue el T3D1 con 0,537 meq/100 que equivale a 694.41 Kg/ha, en segundo lugar, está el tratamiento T6D2 con 0,499 que equivale a 646.20 Kg/ha, en tercer lugar, el tratamiento T5D1 con 0,498 meq/100 que equivale a 644.91 kg/ha, en cuarto lugar, el tratamiento T2D2 y T4D2 iguales con 0,460 meq/100 que equivale a 595 kg/ha y en quinto lugar el tratamiento T1D1 con 0,441 meq/100 que

equivale a 571 kg/ha. Los aportes obtenidos en los tratamientos fueron mayores a los del testigo T0 con 0,13 meq/100 que equivale a 168.35 kg/ha. (Grafica 5).

**Grafica 6:** Comparación de potasio (meq/100g).



Los abonos verdes, al ser incorporados al suelo, incrementan los contenidos de materia orgánica y favorecen después de su incorporación, según afirma Peña (2005)

Galean 2001 nos indica que Bermejo se caracteriza por tener suelos muy ricos en potasio, de acuerdo a los análisis obtenidos antes de la siembra se observa un suelo muy pobre de potasio de un 0,13 meq/100g, con la incorporación de los abonos verdes se observa un aumento en cada uno de los tratamientos.

De acuerdo a los análisis de suelo obtenidos en laboratorio antes y después de la incorporación de los abonos verdes se pudo observar que aumentaron en cuanto a los nutrientes N, P, K y M.O. en las especies de frijol caupí y mucuna, en cuanto a la arveja se pudo observar un rendimiento muy bajo de acuerdo a las demás especies. Esto se debió a las altas temperaturas, lo cual, aceleró a que se presente la floración, la misma que se presentó cuando las plantas tenían apenas 0,50 m.

De acuerdo a los resultados de los análisis se obtuvo los siguientes resultados en cuanto al rendimiento del maíz.

## SEGUNDA ETAPA

### 44. Características agronómicas del maíz dulce.

Se ha evaluado día de floración, el tamaño de la mazorca, números de hileras de la mazorca, altura de la planta, con el propósito de determinar el rendimiento. (Anexo 9). Tomando en cuenta los datos registrados, estos son introducidos a las pruebas estadísticas de análisis de varianza ANVA y Tukey, para determinar estadísticamente si existen diferencias significativas.

#### 4.4.1 Días a la floración.

De acuerdo a los resultados del Cuadro 6, el que obtiene mayor porcentaje de floración a los 70 días con la incorporación de tres especies de abonos verdes con el 62 % es el T<sub>4</sub> con frijol caupí (T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM), seguido por el T<sub>3</sub> frijol caupí (T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM), con el 60.7 %, el T<sub>5</sub> Mucuna (T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM) con 52.0 %, el T<sub>6</sub> Mucuna (T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM) con un 50.0 %, el T<sub>1</sub> Arveja (T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM) con 42.3 %, el T<sub>2</sub> Arveja (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM) con 41.0 %, los tratamientos son mayores a comparación del testigo (maíz solo), que presenta un 39.0 %. (Anexo 6).

Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos.

**Cuadro 6.** Floración del maíz a los 70 días (%), con la incorporación de tres especies de abonos verdes a dos densidades de siembra.

N°	Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	II		
1	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A M	40	42	45	127	42,3
2	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub> A M	38	40	45	123	41.0
3	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub> C M	60	62	60	182	60.7

<b>4</b>	<b>T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M</b>	59	65	62	186	62.0
<b>5</b>	<b>T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M</b>	50	53	53	156	52.0
<b>6</b>	<b>T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M</b>	49	51	50	150	50.0
<b>7</b>	<b>T<sub>0</sub> (Maíz solo)</b>	39	39	39	117	39.0
<b>Total</b>		335	352	354	1041	

Cargill (1996) sostiene, que el período vegetativo influye en el ciclo total del maíz y puede ser modificado por el clima, pues la buena disponibilidad de agua y las temperaturas apropiadas lo acortan, también indica que la zona geográfica influye en el desarrollo de la planta, ya que a distintas latitudes una misma variedad florece en distinto número de días.

De acuerdo a la floración se presenta mayor floración en el tratamiento T4 con la incorporación de frijol caupí en densidad dos, con una media de 62 %.

#### 4.4.1.1 Interacción de los tratamientos (factor A y B).

De acuerdo al cuadro 7 se puede observar la interacción entre densidad y especies (de abonos verdes) donde se observa mayor floración con la incorporación en la D2 (densidad) con un promedio de 153 y entre especies (abonos verdes) se tiene la mejor floración con la incorporación del frijol caupí con un promedio de 180.

**Cuadro N° 7.** Interacción A-B

<b>Factor A (densidad de las especies de los abonos verdes)</b>	<b>Factor B (especies de abonos verdes incorporadas al maíz)</b>			<b>Suma</b>	<b>Medias</b>
	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>C</b>		
<b>D1</b>	127	156	182	465	150
<b>D2</b>	123	150	186	459	153
<b>SUMA</b>	250	306	368	924	

<b>Media</b>	125	153	180		
--------------	-----	-----	-----	--	--

### Interpretación del ANVA

**Cuadro 8.** Análisis de varianza de la floración del maíz ibta algarrobal – 108, con la aplicación de 3 especies de abonos verdes.

F. de Variación	G.I.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
<b>TOTAL</b>	20	1631,14				
<b>Trata</b>	6	1563,81	260,63	86,42 **	3,0	4,82
<b>Réplicas</b>	2	31,14	15,57	5,16 *	3,88	6,93
<b>Error</b>	12	36,19	3,02			
<b>Fac. A</b>	1	2,00	2,00	0,66 n.s	4,75	9,33
<b>Fac. B</b>	2	1161,33	580,67	192,54 **	3,88	6,93
<b>A/B</b>	2	400,48	200,24	66,39 **	3,88	6,93

Coefficiente de Variación = 3.50 %

\*si hay diferencia significativa.

\*\*si hay diferencia altamente significativa.

n.s.: no hay diferencia significativa

Según el análisis de varianza la floración a los 70 días después de la siembra nos indica que, si existe diferencias significativas entre las repeticiones y altamente significativas entre las especies (factor B), con un coeficiente de variación de 3.43%, siendo los datos confiable, según los parámetros establecidos para los diseños con plantas.

### La prueba de tukey nos indica que:

Medias del factor A (Densidad en la incorporación de las especies de abonos verdes).

Densidad	Medias	5%	1%
Densidad 1	51.67	a	a





(Maíz solo), T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M - T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M, T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo) y T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M - T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo), al 5% y 1%.

#### 4.4.2 Tamaño de la mazorca.

De acuerdo a los resultados en el Cuadro 10, el que obtiene mayor tamaño en la mazorca es el T<sub>3</sub> frijol caupí (T3D1CM) con 31.6 cm, seguido por el T<sub>4</sub> frijol caupí (T4D2CM), con 30.6 cm, el T<sub>5</sub> Mucuna (T5D1MM) con 27.2 cm, el T<sub>1</sub> Arveja (T1D1AM) con 25.0 cm, el T<sub>6</sub> Mucuna (T6D2MM) con un 22.9 cm, el T<sub>2</sub> Arveja (T2D2AM) con 22.0 cm, los tratamientos son mayores a comparación del testigo (maíz solo), que presenta 18.1 cm. (Anexo 6).

**Cuadro 10.** Tamaño de la mazorca del maíz, expresado en cm, con la incorporación de tres especies de abonos verdes a dos densidades de siembra.

Nº	Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	II		
1	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A M	25.4	24.2	25.5	75.1	25.0
2	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub> A M	23.6	24.5	18.0	66.1	22.0
3	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub> C M	30.6	30.9	33.3	94.8	31.6
4	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub> C M	28.6	30.1	33.1	68.7	30.6
5	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub> M M	27.3	26.3	28.0	81.6	27.2
6	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub> M M	25.2	22.7	20.8	91.8	22.9
7	T <sub>0</sub> (Maíz)	18.2	15.3	20.8	54.3	18.1

Sunagua (2005), en estudios realizados con la variedad aychazara-101, bajo las condiciones climáticas similares demostró, que el tamaño de la mazorca tiene un promedio de 18 cm. mientras que Brewbaker (1999), reporta que el tamaño de las mazorcas, es afectado por los efectos simples de los genotipos (variedad) y las distancias de siembra entre plantas.

##### 4.4.2.1 Interacción de los tratamientos (factor A y B).

De acuerdo al cuadro 11 se puede observar la interacción entre densidad y especies (de abonos verdes) donde se observa mayor floración en la D1 (densidad) con un promedio de 83,83 y entre especies (abonos verdes) se tiene la mejor floración con la especie frijol caupi con un promedio de 186,6.

**Cuadro N° 11.** Interacción A-B

Factor A (Densidad en las especies de los abonos)	Factor B (especies de abonos verdes incorporadas al maíz)			Suma	Media
	A	M	C		
<b>D1</b>	75,1	81,6	94,8	251,5	83,83
<b>D2</b>	66,1	68,7	91,8	226,6	75,53
<b>Suma</b>	141,2	150,3	186,6	478,1	

### Interpretación del ANVA

El análisis de varianza para el tamaño de la mazorca expresado en el cuadro 10, indica que no existen diferencias significativas entre réplicas pero si muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos, las especies (factor B), con un coeficiente de variación de 8.54%, siendo los datos confiable, según los parámetros establecidos para los diseños con plantas.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza del tamaño de la mazorca del maíz ibta algarrobal – 108, expresado en cm, con la aplicación de 3 especies de abonos verdes.

F.v.	G.l.	S.c.	C.m.	F.c.	F.t.	
					5%	1%
<b>Total</b>	20	486,21				
<b>Trata</b>	6	419,14	69,86	13,00 **	3,00	4,82
<b>Réplicas.</b>	2	2,60	1,30	0,24 n.s	3,88	6,93
<b>Error</b>	12	64,47	5,37			
<b>facA</b>	1	34,44	34,44	6,41 *	4,75	9,33
<b>FacB</b>	2	192,31	96,16	17,90 **	3,88	6,93
<b>A/B</b>	2	192,38	96,19	17,90 **	3,88	6,93

Coeficiente de Variación = 6.86 %  
 \*\*si hay diferencia altamente significativa.

\*si hay diferencia significativa.  
 n.s.: no hay diferencia significativa

**La prueba de tukey nos indica que:**

Medias del factor A (Densidad en la incorporación de las especies de abonos verdes).

Densidad	Medias	5%	1%
Densidad 1	27.94	a	a
Densidad 2	25.18	a	a

Medias del factor B (Especies incorporadas como abono verde).

Especie	Medias	5%	1%
Frijol caupi	31.10	a	a
Mucuna	25.05	b	b
Arveja	23.53	b	b

Entre las medias del factor A (densidad) no existen diferencias estadísticamente significativas al 5% y 1%. Entre las medias del factor B (especies) si se encontró diferencias significativas al 5% y al 1% entre las medias del frijol caupí con mucuna y arveja, y no se encontró diferencias entre mucuna y arveja al 5% y 1%.

**Cuadro 13.** Media de los factores A/B tratamientos.

Tratamientos	Medias	5%	1%
<b>T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M</b>	31.6	a	a
<b>T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M</b>	30.6	ab	ab
<b>T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M</b>	27.2	ab	abc
<b>T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M</b>	25.0	bc	abc
<b>T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M</b>	22.9	cd	bcd
<b>T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M</b>	22.0	cd	cd

<b>T<sub>0</sub> (Maíz solo)</b>	18.1	d	d
----------------------------------	------	---	---

Realizando la interacción entre las medias de los factores A y B para el tamaño de la mazorca, observando en el cuadro 11 si existe diferencias significativas entre los tratamientos: T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M - T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M, T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo), T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M - T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo) , T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M - T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo) y T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> A M - T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo), al 5% y 1%.

#### 4.4.3 Números de hileras de la mazorca.

De acuerdo a los resultados en el Cuadro 14, el que obtiene mayor número de hileras en la mazorca es el T<sub>3</sub> frijol caupí (T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM) con el 17 número de hileras en la mazorca, seguido por el T<sub>4</sub> frijol caupí (T<sub>4</sub>D<sub>1</sub>CM) con 16 hileras en la mazorca, el T<sub>5</sub> Mucuna (T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM) y el T<sub>6</sub> Mucuna (T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM) con 15 hileras en la mazorca, el T<sub>1</sub> Arveja (T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM) con 13 hileras en la mazorca, el T<sub>2</sub> Arveja (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM) con 12 hileras en la mazorca, los tratamientos son mayores a comparación del testigo (maíz solo), que presenta un 10 hileras en la mazorca.

**Cuadro 14.** Número de hileras de la mazorca del maíz, con la incorporación de tres especies de abonos verdes a dos densidades de siembra.

Nº	Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	III		
1	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A	14	12	12	38	13
2	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub> A	13	12	11	36	12
3	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub> C	17	16	17	50	17
4	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub> C	16	16	17	49	16
5	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub> M	16	14	14	44	15
6	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub> M	15	14	15	44	15

<b>7</b>	<b>T<sub>0</sub> (Maíz)</b>	11	10	11	32	10.7
<b>Total</b>		102	94	97	293	

#### 4.4.3.1 Interacción de los tratamientos.

De acuerdo al cuadro 15 se puede observar la interacción entre densidad y especies (de abonos verdes) donde se observa mayor floración en la D1 (densidad) con un promedio de 44 y entre especies (abonos verdes) se tiene la mejor floración con la especie frijol caupi con un promedio de 99.

**Cuadro N° 15.** Interacción A-B

<b>Factor A (Densidad de las especies de los abonos verdes)</b>	<b>Factor B (especies de abonos verdes incorporadas al maíz)</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>C</b>		
<b>D1</b>	38	44	50	132	44
<b>D2</b>	36	44	49	129	43
<b>Suma</b>	74	88	99	261	

#### Interpretación del ANVA

El análisis de varianza para el tamaño de la mazorca expresado en el cuadro 16, indica que si existen diferencias significativas entre réplicas, diferencias altamente significativas entre los tratamientos y las especies (factor B) y no se encuentra diferencias entre el factor A (densidad) con un coeficiente de variación de 4.88 %, siendo los datos confiable, según los parámetros establecidos para los diseños con plantas.

**Cuadro 16.** Análisis de varianza del número de hileras de la mazorca del maíz ibta algarrobal – 108, con la aplicación de 3 especies de abonos verdes.

<b>F. de Variación</b>	<b>G.l.</b>	<b>S.c.</b>	<b>C.m.</b>	<b>F.c.</b>	<b>F.t.</b>	
					<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>Total</b>	20	100,95				

<b>Trata.</b>	6	90,95	15,16	34,11 **	3,00	4,82
<b>Réplicas.</b>	2	4,67	2,33	5,25 *	3,88	6,93
<b>Error.</b>	12	5,33	0,44			
<b>Fac. A.</b>	1	0,50	0,50	1,12 n.s	4,75	9,33
<b>Fac. B.</b>	2	52,33	26,17	58,87 **	3,88	6,93
<b>A/B</b>	2	38,12	19,06	42,88 **	3,88	6,63

Media General = 14.4944

Coefficiente de Variación = 4.76 %

\*si hay diferencia significativa.

n.s.: no hay diferencia significativa

### La prueba de tukey nos indica que:

Medias del factor A (Densidad en la incorporación de las especies de abonos verdes).

<b>Densidades</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
Densidad 1	14.67	a	a
Densidad 2	14.33	a	a

Medias del factor B (Especies incorporadas como abono verde).

<b>Especie</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
Frijol caupi	16.50	a	a
Mucuna	14.67	b	b
Arveja	12.33	c	c

Entre las medias del factor A (densidad) no existen diferencias estadísticamente significativas al 5% y 1%. Entre las medias del factor B (especies) si se encontró diferencias significativas al 5% y al 1% entre las medias frijol caupí, mucuna y arveja.

**Cuadro 17.** Media de los factores A/B tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M</b>	17	a	a

<b>T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M</b>	16	a	ab
<b>T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M</b>	15	b	b
<b>T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M</b>	15	b	b
<b>T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M</b>	13	c	c
<b>T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M</b>	12	cd	cd
<b>T<sub>0</sub> (Maíz solo)</b>	10	d	d

Realizando la interacción entre las medias de los factores A y B, para el número de hileras de la mazorca, como se puede observar en el cuadro 17 si existe diferencias significativas entre los tratamientos: T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M - T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M, T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo), T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M - T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo), T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> M M, T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> A M - T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo) y T<sub>5</sub> D<sub>2</sub> A M - T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> M M, T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M, T<sub>0</sub> (Maíz solo) al 5% y 1%.

Los resultados obtenidos coinciden a los resultados expresados por Sánchez (1989), quien señala que las mazorcas de maíz son medianas a largas (12-20 cm), cilíndricas, con 12-16 hileras de granos profundamente dentados y con endospermo que van de suave a medio duro. Excepto al testigo que es menor a lo citado. En este sentido es importante señalar que la cantidad de hileras encontradas en el ensayo fueron de 10 a 17.

#### **4.4.4 Peso de la mazorca**

El peso de la mazorca se determinó tomando muestras al azar de cada uno de los tratamientos (10 mazorcas por tratamiento) mencionado por (Montgomery, 1911), los resultados obtenidos en el Cuadro 18, el que obtiene mayor peso en la mazorca es el T<sub>3</sub> frijol caupí (T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM) con 648.9 gr., seguido por el T<sub>4</sub> frijol caupí (T<sub>4</sub>D<sub>1</sub>CM), con 563.2 gr., el T<sub>5</sub> Mucuna ( T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM) con 500.2 gr., el T<sub>6</sub> Mucuna (T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM) con 457.8 gr., el T<sub>1</sub> Arveja (T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM) con 455.6 gr., el T<sub>2</sub> Arveja (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM) con 439.9 gr., los tratamientos son mayores a comparación del testigo (maíz solo), que presenta 183.9 gr.

**Cuadro 18.** Peso de la mazorca del maíz expresado en g., con la incorporación de tres especies de abonos verdes a dos densidades de siembra.

N°	Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	II		
1	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A M	450.0	470.1	446.7	1366.8	455.6
2	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub> A M	445.0	444.9	429.9	1319.8	439.9
3	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub> C M	650.5	660.5	635.8	1946.8	648.9
4	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub> C M	600,9	523.9	564.9	1688.8	563.2
5	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub> M M	500.0	456.8	543.8	1500.6	500.2
6	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub> M M	456.0	450.6	466.9	1373.5	457.8
7	T <sub>0</sub> (Maíz)	170.6	180.9	200.3	551.8	183.9
<b>Total</b>		3273	3187,7	3288,3	9749	

En cuanto a calidad del maíz dulce debe presentar una mazorca cilíndrica de 4 a 6 cm de diámetro, de largo entre 15 a 30 cm y un peso de 200 g. indicado por (Garnica 2005) De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo se tuvo rendimientos superiores con la incorporación de las especies de los abonos verdes y se observó un porcentaje menor en cuanto a los testigos.

#### 4.4.4.1 Interacción de los tratamientos.

De acuerdo al cuadro 19 se puede observar la interacción entre densidad y especies (de abonos verdes) donde se observa mayor floración en la D1 (densidad) con un promedio de 44 y entre especies (abonos verdes) se tiene la mejor floración con la especie frijol caupi con un promedio de 99.

**Cuadro N° 19.** Interacción A-B

Factor A (densidad de las especies de abonos verdes)	Factor B (especies de abonos verdes incorporadas al maíz)			Suma	Media
	A	M	C		



<b>D1</b>	1366,8	1500,6	1946,8	4814,2	1604,7
<b>D2</b>	1319,8	1373,5	1689,7	4383	1461
<b>Suma</b>	2686,6	2874,1	3636,5	9197,2	

### Interpretación del ANVA

El análisis de varianza para el peso de la mazorca expresado en el cuadro 20, indica que no existen diferencias significativas entre réplicas pero si muestra diferencias altamente significativas entre las medias de La densidad (factor A) y especies (factor B). Como se observa diferencias altamente significativas para esto se debe realizar la prueba de tukey, se tiene un coeficiente de variación de 5.31 %, siendo los datos confiable, según los parámetros establecidos para los diseños con plantas.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza del peso de la mazorca del maíz ibta algarrobal – 108 expresado en g, con la aplicación de 3 especies de abonos verdes.

F. de variación.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
<b>Total.</b>	20	381574,81				
<b>Trata.</b>	6	373448,30	62241,38	102,50**	3,00	4,82
<b>Réplicas.</b>	2	839,55	419,77	0,69 n.s	3,88	6,93
<b>Error.</b>	12	7286,96	607,25			
<b>Fac.A.</b>	1	10329,64	10329,64	17,01 **	4,75	9,33
<b>Fac.B.</b>	2	84373,33	42186,67	69,47 **	3,88	6,93
<b>A/B</b>	2	278745,33	139372,66	229,52 **	3,88	6,93

Coefficiente de Variación = 5.31 %

\*si hay diferencia significativa.

\*\*si hay diferencia altamente significativa.

n.s.: no hay diferencia significativa

**La prueba de tukey nos indica que:**

Medias del factor A (Densidad en la incorporación de las especies de abonos verdes).

<b>Densidades</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
Densidad 1	534.9	a	a
Densidad 2	487.0	b	b

Medias del factor B (Especies incorporadas como abono verde).

<b>Especie</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
Frijol caupi	606.1	a	a
Mucuna	479.0	b	b
Arveja	447.8	b	b

Entre las medias del factor A (densidad) si existen diferencias estadísticamente significativas al 5% y 1%. Entre las medias del factor B (especies) si se encontró diferencias significativas al 5% y al 1% entre las medias frijol caupí con mucuna y arveja y no se encontró entre las medias de arveja y mucuna.

**Cuadro 21.** Media de los factores A B (densidad y especie).

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M</b>	648.9	a	a
<b>T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M</b>	563.2	b	ab
<b>T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M</b>	500.2	bc	bc
<b>T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M</b>	457.8	c	c
<b>T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M</b>	455.6	c	c
<b>T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M</b>	439.9	c	c
<b>T<sub>0</sub> (Maíz solo)</b>	183.9	d	d

Realizando la interacción entre las medias de los factores A y B, para del peso de la mazorca, como se puede observar en el cuadro 21, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos: T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM – T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM, T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM, T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM, T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, T<sub>0</sub> (Maíz solo), el T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM - T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM, T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, T<sub>0</sub> (Maíz solo), el T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM, T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM - T<sub>0</sub> (Maíz solo), al 5% y T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM – T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM, T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM, T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, el T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM - T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, T<sub>0</sub> (Maíz solo), el T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM- T<sub>0</sub> (Maíz solo), al 1%.

#### 4.4.5 Altura de la planta.

En el Cuadro 22, se registró la altura promedio de la planta en cada tratamiento donde el tratamiento que obtiene mayor altura es el T3 y T4 frijol caupí (T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM y T<sub>4</sub>D<sub>1</sub>CM) con 2.7 m, el T6 Mucuna (T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM) con 2.3 m, el T5 Mucuna (T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM) con 2.2 m, el T0 testigo (maíz solo) con 1.6 m, el testigo fue mayor a los T1 y T2 Arveja (T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM y T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM) con 1.5 m. para determinar la altura de la planta se midió desde el cuello de la base o planta hasta la hoja bandera (cuello visible de la primera hoja) en la finalización de su ciclo.

**Cuadro 22.** Altura de la planta del maíz expresado en m., con la incorporación de tres especies de abonos verdes a dos densidades de siembra.

N°	Tratamientos	Repeticiones			Total	Medias
		I	II	III		
1	T <sub>1</sub> D <sub>1</sub> A M	1.0	1.9	1.5	4.4	1.5
2	T <sub>2</sub> D <sub>2</sub> A M	1.6	1.5	1.5	4.6	1.5
3	T <sub>3</sub> D <sub>1</sub> C M	2.3	2.9	2.9	8.1	2.7
4	T <sub>4</sub> D <sub>2</sub> C M	2.6	2.6	2.8	8	2.7
5	T <sub>5</sub> D <sub>1</sub> M M	1.9	2.3	2.5	6.7	2.2
6	T <sub>6</sub> D <sub>2</sub> M M	2.2	2.5	2.3	7	2.3

<b>7</b>	<b>T<sub>0</sub> (Maíz)</b>	1.8	1.3	1.8	4.9	1.6
<b>Total.</b>		13,4	15	15.3	43.7	

Cano (2010), expresa resultados de 2.14 m para la variedad ibta algarrobal – 108. Por su parte Claire (1996) afirma que la altura promedio de la variedad ibta algarrobal - 108 se encuentra entre 1.70m a 2.40 m. los resultados obtenidos coinciden con lo dicho por los autores.

Blacut (1997), se refiere a la variación de altura de planta entre variedades, a la constitución genética del maíz, a la fertilidad del suelo, explicando las diferencias existentes entre ellas, también a medida que disminuye el suministro de nitrógeno, disminuye el crecimiento vegetativo, especifica que un mayor suministro de nitrógeno aumenta la altura de la planta y el área foliar siempre y cuando este se encuentre disponible para la planta, no así la materia orgánica que tarda en descomponerse, por lo tanto no será absorbida fácilmente por la planta.

#### 4.4.5.1 Interacción de los tratamientos.

De acuerdo al cuadro 23 se puede observar la interacción entre densidad y especies (de abonos verdes) donde se observa mayor floración en la D1 (densidad) con un promedio de 6.5 y entre especies (abonos verdes) se tiene la mejor floración con la especie frijol caupi con un promedio de 16,1.

**Cuadro N° 23.** Interacción A-B

<b>Factor A (Densidad de las especies de los abonos verdes)</b>	<b>Factor B (especies de abonos verdes incorporadas al maíz)</b>			<b>Total</b>	<b>medias</b>
	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>C</b>		
<b>D1</b>	4,4	6,7	8,1	19,2	6.4
<b>D2</b>	4,6	7	8	19,6	6.5
<b>SUAM</b>	9	13,7	16,1	38,8	

## Interpretación del ANVA

Según el análisis de varianza de la altura de la planta nos indica que, si existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos, réplicas y especies (factor B) al 5% y 1% y no existe diferencia entre la densidad (factor A) con un coeficiente de variación de 4.81 % siendo los datos confiable, según los parámetros establecidos para los diseños con plantas.

**Cuadro 24.** Análisis de varianza de la altura de la planta del maíz ibta algarrobal – 108, con la aplicación de 3 especies de abonos verdes.

F. de variación	G.l.	S.c.	C.m.	F.c.	F.t.	
					5%	1%
<b>Total.</b>	20	6,15				
<b>Trata.</b>	6	5,07	0,85	12,97 **	3,00	4,82
<b>Replica.</b>	2	0,30	0,15	2,29 **	3,88	6,96
<b>Error.</b>	12	0,78	0,07			
<b>Fac.A</b>	1	0,01	0,01	0,14 n.s	4,75	9,33
<b>Fac.B</b>	2	4,35	2,17	33,36 **	3,88	6,96
<b>A/B</b>	2	0,72	0,36	5,49 *	3,88	6,96

Media General = 2.1556  
\*si hay diferencia significativa.

Coefficiente de Variación = 4.81 %  
n.s.: no hay diferencia significativa

### La prueba de tukey nos indica que:

Medias del factor A (Densidad en la incorporación de las especies de abonos verdes).

Densidades	Medias	5%	1%
Densidad 2	2.18	a	a
Densidad 1	2.14	a	a

Medias del factor B (Especies incorporadas como abono verde).

<b>Especie</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
Frijol caupi	2.68	a	a
Mucuna	2.28	b	a
Arveja	1.50	c	b

Entre las medias del factor A (densidad) no existen diferencias estadísticamente significativas al 5% y 1%. Entre las medias del factor B (especies) si se encontró diferencias significativas al 5% entre frijol caupí, mucuna, arveja y al 1% entre las medias frijol caupí, mucuna con arveja y no se encontró entre las medias de frijol caupi y mucuna.

**Cuadro 25.** Media de los factores A B (densidad y especie) interacción.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> C M</b>	2.7	a	a
<b>T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> C M</b>	2.7	a	a
<b>T<sub>5</sub> D<sub>1</sub> M M</b>	2.2	a	a
<b>T<sub>6</sub> D<sub>2</sub> M M</b>	2.3	a	ab
<b>T<sub>2</sub> D<sub>2</sub> A M</b>	1.5	b	b
<b>T<sub>1</sub> D<sub>1</sub> A M</b>	1.5	b	b
<b>T<sub>0</sub> (Maíz solo)</b>	1.6	b	b

Realizando la interacción entre las medias de los factores A y B, para del peso de la mazorca, como se puede observar en el cuadro 25 si existe diferencias significativas entre los tratamientos: T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM, T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM, T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM, T<sub>6</sub>D<sub>2</sub>MM- T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, T<sub>0</sub> (Maíz solo) al 5%, los T<sub>4</sub>D<sub>2</sub>CM, T<sub>3</sub>D<sub>1</sub>CM, T<sub>5</sub>D<sub>1</sub>MM - T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>AM, T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>AM, T<sub>0</sub> (Maíz solo) al 1%.

#### 4.5 Rendimiento.

En el Cuadro 26, se pueden observar los resultados obtenidos en relación al número de mazorcas/ha, mismos que se encontraron sometidos a las condiciones climáticas de la región; asimismo la densidad de siembra de los abonos también ejerció influencia en la producción.

##### 4.5.1 Número de mazorcas/ ha.

Para determinar el número de mazorcas por hectárea, primero se determinó el número de plantas y el número de mazorcas por planta, para lo cual se tomaron dos surcos centrales, contando 10 plantas por surco y la cantidad de mazorcas por planta. El Cuadro 26, indica que el tratamiento 3 y 4 tiene mayor número de mazorcas comerciales por planta con 1.9 mazorcas/planta, el tratamiento 5 con 1,7, el tratamiento 6 con 1,6 mazorcas/planta, el tratamiento 1 con 1,5 mazorcas/planta, el tratamiento 2 con 1,4 mazorcas/planta, en tratamiento 7 con 1,2 mazorcas/planta, el tratamiento 8 con 1,0 mazorcas/planta.

**Cuadro 26.** Número de mazorcas por hectárea del maíz ibta algarrobal - 108.

Tratamientos	Número de mazorcas por hectárea		Total
	Plantas por hectárea	Mazorcas por planta	
T <sub>1</sub>	40000	1.5	60000
T <sub>2</sub>	40000	1.4	56000
T <sub>3</sub>	40000	1.9	76000
T <sub>4</sub>	40000	1.9	76000
T <sub>5</sub>	40000	1,7	68000
T <sub>6</sub>	40000	1,6	64000
T <sub>0</sub>	40000	1,2	48000

Según, Bejarano *et al.* (1992) indica que al evaluar la variedad ibta-algarrobal 108 encontraron un promedio de 1.40 mazorcas/planta el cual resulta un número similar al

número de mazorcas/planta obtenido en este ensayo, el testigo está en un rango menor. Imery (1993) encontró que la prolificidad efectiva fue afectada por los efectos simples de genotipos y por la densidad de plantas, señalando que el número de mazorcas/planta aumentó al disminuir la densidad de plantas sembradas y en todos los casos estuvo alrededor de 1.20 mazorcas/planta.

Bellido et al (1997), señala que el número de mazorcas por planta es el producto del nudo o culmus (tallo articulado de las gramíneas) por planta y concluye afirmando que para variedades de maíz de altos rendimientos es deseable con una mazorca con mayor cantidad de granos, a menor desarrollo en altura de las plantas genera un mayor número de nudos y viceversa.

#### **4.5.2 Rendimiento de choclo en docenas/ha.**

Los datos del Cuadro 27, indican el rendimiento del maíz dulce en docenas/h, en este caso el T3 y T4 obtuvo el mayor rendimiento promedio de 6333.3 docenas/ha, en segundo lugar, el T5 con 5666,7 docenas/ha, el T6 en tercer lugar con 5333,3 docenas/ha, en cuarto lugar el T1 con 5000,0 docenas/ha, en quinto lugar el T2 con 4666,7 docenas/h y en sexto lugar el T0 con 4000,0 docenas/h.

**Cuadro 27.** Rendimiento en docenas/ha del maíz ibta algarrobal – 108.

<b>Tratamientos</b>	<b>Docenas/ha</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	5000,0
<b>T<sub>2</sub></b>	4666,7
<b>T<sub>3</sub></b>	6333,3
<b>T<sub>4</sub></b>	6333,3
<b>T<sub>5</sub></b>	5666,7
<b>T<sub>6</sub></b>	5333,3
<b>T<sub>0 7</sub></b>	4000,0



Los rendimientos alcanzados en los tratamientos son desde 6333,3 a 4000.0 docenas/h que están superior a un rango similar en comparación con Brewbaker (1999), al reportar que los mejores rendimientos se logran con la utilización de semillas híbridas, con las cuales se alcanzan rendimientos superiores a las 720 centenas/ha., que equivale a 6000 docenas/ha.

#### 4.6 Análisis económico.

El análisis económico se efectuó en función a los costos de producción tomando en cuenta la cantidad de semilla, labores culturales, mano de obra en cosecha y otros; los ingresos se determinaron a partir del precio de venta por docenas de choclos en el mercado local.

**Cuadro 28.** Rendimiento en Bs/ha., en la venta del cholo.

<b>Tratamientos</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>0</sub></b>
<b>Rendimiento bruto docenas/ha</b>	5000,0	4666,7	6333,3	6333,3	5666,7	5333,3	4000,0
<b>Porcentaje de descarte%</b>	15	15	15	15	15	15	15
<b>Rendimiento real docenas/ha</b>	4500.00	4200.03	5699.97	5699.97	5100.03	4799.97	3600.00
<b>Precio de venta por docenas</b>	10	10	12	12	11	11	9
<b>Ingreso bruto Bs.ha</b>	45000	42000.3	68399.6	68399.6	56100.3	52799.7	36000.0

El Cuadro 29, muestra que el tratamiento 0 tiene el menor ingreso bruto con 36000 Bs/ha, con mayor ingreso bruto se presenta en el tratamiento 3 y 4 con 68399.6 Bs/ha,

luego le sigue el tratamiento 5 con 56100.3 Bs/ha, seguido por en tratamiento 6 con 52799.7 Bs/ha, en quinto lugar el tratamiento 1 con 45000 Bs/ha., y por último el tratamiento 2 con 42000.3 Bs/ha. Es importante señalar que las causas de descarte fueron provocadas por plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorcas poco desarrolladas o deformes.

**Cuadro 29.** Balance económico en la producción de una hectárea de maíz dulce en docenas (Bs).

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>INGRESO NETO</b>	<b>RELACIÓN BENEFICIO/COSTO</b>
<b>T1</b>	14034	45000	9534	3.2
<b>T2</b>	13866	42000.3	28134.3	3.0
<b>T3</b>	13110	68399.6	55289.6	5.3
<b>T4</b>	12072	68399.6	56327.6	5.7
<b>T5</b>	13710	56100.3	42534.3	4.9
<b>T6</b>	13566	52799.7	39233.7	3.9
<b>T0</b>	9678	36000.0	26322	3.7

En el cuadro 29 nos muestra la relación beneficio costo, esto nos indica que en el T4 se tiene 5.7 Bs, por cada 1Bs invertido, seguido del T3 con 5.3 Bs, en tratamiento con menor ganancia es el T2 que tiene 3 Bs por cada boliviano invertido. Esto nos indica que el cultivo es rentable y se obtiene mayores ganancias.

La relación beneficio costo puede aumentar o también puede bajar esto depende de la oferta o demanda.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

##### **Observación fenológica de las especies de abonos verdes.**

En cuanto al número de días de germinación para la arveja se observó a los 8 días después de la siembra, para el frijol caupí a los 10 días y la mucuna a los 14 días estando con un porcentaje del 70 % de germinación para cada especie. Los días a floración se tomó en cuenta a partir del día de la siembra, la arveja inicio la floración a los 60 días después de la siembra, el frijol caupí a los 75 días después de la siembra y la mucuna se pudo observar su floración a los 90 días después de la siembra. De acuerdo a la altura de la planta de cada especie los valores promedios fueron de 0,50 m para la arveja, para el frijol caupí 0,80 m hasta su floración y para mucuna alcanzó los 1 metro de altura.

La época de siembra para la arveja no fue favorable en su altura, esto fue provocado por las altas temperaturas, en cuanto a su floración fue muy favorable ya que el cultivo adelantó su ciclo, floreciendo a los 60 días después de la siembra.

##### **Determinación del aporte de nitrógeno, fósforo y potasio.**

El resultado de análisis de suelo antes de la incorporación fue de 0,146 % de N, 17,34 ppm de P y 0,13 meq/100g de K. Comparando con los resultados de análisis de suelo después de la incorporación se determinó un aporte de Nitrógeno más alto, en el T<sub>6</sub> D<sub>2</sub>C (mucuna) con 73,14 Kg/h N.A, esto se obtuvo de acuerdo a la materia orgánica. El aporte más alto de fósforo fue del T<sub>4</sub> D<sub>2</sub> con 31,93 ppm que equivale a 251 Kg/h. el mayor aporte de potasio fue del T<sub>3</sub> D<sub>2</sub> 0,537 meq/100 que equivale a 694.41 Kg/h.

### **Determinación del aporte de la materia orgánica.**

El aporte más alto de materia orgánica fue por parte del T6D2 con 2,65 % que equivale a 73140 Kg/h, en segundo lugar el tratamiento T5D1 con 2,55 % que equivale a 70380 kg/h, en lugar tercer está T<sub>4</sub>D<sub>2</sub> con 2,30 % que equivale a 63480 Kg/h, en cuarto lugar el tratamiento T3D1 con 2,29 % que equivale a 63204 kg/h, en quinto lugar el tratamiento T2D2 con 2,25 % que equivale a 62100 kg/h y en el último lugar el tratamiento T1D1 con 2,21 % que equivale a 60996 kg/h.

### **Características agronómicas del maíz dulce.**

En cuanto a los días de floración a los 70 días, el tratamiento que presenta mayor floración fue del T<sub>4</sub>D<sub>2</sub> (frijol caupi) con 62 %. En el tamaño de la mazorca el mayor tratamiento fue el T<sub>3</sub> D<sub>1</sub> (frijol caupi) con 31,6 cm, el tratamiento con mayor hilera en la mazorca fue el T<sub>4</sub> D<sub>1</sub> (frijol caupi) con 16,9 hileras/mazorca y en el peso de la mazorca el tratamiento con mayor peso fue con el T<sub>4</sub> D<sub>1</sub> con 648,9 g, en cuenta al número de mazorcas por hectárea el tratamiento 3 y 4 tiene el mayor número con 76000 mazorcas/ha.

### **Rendimiento del maíz dulce en docenas.**

De acuerdo a los resultados del rendimiento del maíz dulce en docenas/h, el T3 y T4 obtuvo el mayor rendimiento promedio de 6333,3 docenas/ha, en segundo lugar, el T5 con 5666,7 docenas/ha, el T6 en tercer lugar con 5333,3 docenas/ha, en cuarto lugar el T1 con 5000,0 docenas/ha, en quinto lugar el T2 con 4666,7 docenas/h y en sexto lugar el T0 con 4000,0 docenas/h.

## **5.2. Recomendaciones.**

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en el ensayo se recomienda como abonos verde a las especies de mucuna y frijol caupí sembradas en los meses de agosto a octubre, por tener un buen comportamiento en cuanto a las temperaturas altas, con un buen aporte de N, P, K y M.O. hacia el suelo.

Se recomienda la incorporación del frijol caupí como abono verde, ya que se pudo observar mayor aporte de los nutrientes al suelo y mejor rendimiento en la producción de maíz en cuanto al tamaño de la mazorca, altura de la planta, mejor número de hileras y mayor peso de la mazorca.

Se recomienda el cultivo de mucuna como abono verde solo en rotación de cultivo porque presenta un lento crecimiento y es de ciclo muy largo. Siendo esta una planta trepadora, que perjudicaría el desarrollo y rendimiento del maíz.