

CAPÍTULO I

1. Introducción

Uno de los recursos alimenticios más importantes entre los que dispone el pequeño ganadero son los pastos de las praderas naturales y forraje obtenido en praderas culturales permanentes y temporales. El forraje se puede suministrar en verde, ensilado o henificado en diferentes épocas del año. Las especies vegetales de interés forrajero se encuentran principalmente comprendidas en la familia de las gramíneas y leguminosas.

A su vez las gramíneas forrajeras incluyen pastos forrajeros perennes y cereales forrajeros que son especies anuales. La calidad nutricional del forraje, es muy distinta entre las especies forrajeras, incluyendo en ella, el contenido de nutrientes químicos del suelo; este contenido es necesario para que la planta pueda disponer en estado asimilable todos aquellos elementos nutritivos para que la planta pueda hallar en estado asimilable todos aquellos elementos nutritivos esenciales que son necesarios para su metabolismo, que servirán para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y de esta manera influir en su crecimiento y su desarrollo.

En el departamento de Tarija, se cultivan aproximadamente 36.061 Ha de maíz 10.504 Ha se cultivan en el valle central de Tarija principalmente en las provincias: *INIAF, (2013)*.

Cercado, Méndez, Avilés, O'Connor y parte de la provincia arce con maíz tipo harinoso y morocho, constituido principalmente por las variedades de mayor difusión tales como el chaparrita pisankalla que son destinados para el consumo en choclo y el tipo de morocho para el grano. Sin embargo existe una diversidad de germoplasma para los distintos tipos de consumo humano y animal con adaptación a las diferentes condiciones agro ecológicas del valle central de Tarija.

La baja fertilidad de los suelos y el desbalance nutricional han hecho que los rendimientos de maíz, principalmente los forrajeros, disminuyan considerablemente en muchas zonas productoras del valle central de Tarija.

No obstante, de existir la tendencia generalizada para cultivar maíz forrajero en el valle central de Tarija que cuenta con un medio ecológico favorable para la actividad lechera, Es conocido el problema que confrontan los comunarios dedicados a la actividad lechera en la provisión de forraje, especialmente en la época invernal, con rendimientos bajos por numerosos factores que inciden en la producción, como la ausencia de información para el correcto manejo de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos, adecuadas densidades de siembra, manejo de la semilla mejorada y la carencia de estudios sobre variedades forrajeras de elevado rendimiento, repercutiendo todos estos factores en una disminución del hato lechero.

La importancia del maíz forrajero radica fundamentalmente en el hecho de ser especie que ofrece en rendimiento excelente para la nutrición del ganado bovino, para zonas de producción lechera proporcionado cosechas con alto rendimiento de materia verde (M.V.) como es materia seca (M.S.) constituyéndose en fuente de carbohidratos y fibra en su tiempo relativamente corto, por las características ecológicas favorables para el cultivo del maíz en la zona del valle central de Tarija surge la necesidad de contar con la variedad forrajera de maíz, además conservar forraje para épocas de estiaje, que permite asegurar la alimentación del ganado bovino en la época invernal.

Por el momento, el valle central de Tarija cuenta con una población ganadera estimada de 7.929 vacas con un peso promedio de 370 Kg./animal/día lo que nos muestra que para un total de vacas lecheras el requerimiento será 190.671 TM. de ensilaje.

El rendimiento aproximado de maíz forrajero es de 36.8 TM/Ha por lo que asumimos que del total de la superficie cultivada con maíz de 30% se destina a la producción de maíz para forraje tendremos una producción aproximada de 115964 TM y tomando

en cuenta que el rendimiento es de 190.671 TM de maíz para ensilar se tendrá una demanda insatisfecha de 74. 707 TM de maíz, frente a párrafos mencionados anteriormente se pueden presentar dos alternativas para reponer la demanda insatisfecha:

- 1.- Ampliar la superficie cultivada.
- 2.- Mejorando la tecnología de producción:
 - a) Nuevas variedades.
 - b) Fertilización química.

1.2.- Justificación

Se justifica la presente investigación de la producción de maíz como forraje en época de invierno porque hay poca disponibilidad de forraje y el productor invierte más en balanceado por esta razón el trabajo servirá para aliviar los excesivos costos en balanceado e incentivar al productor a producir el maíz como forraje, por ser este un forraje resistente a condiciones adversas y en esta época hay escasas de forraje verde y el ganado requiere verde en su alimentación, también se justifica la variedad de maíz compuesto 20 ya que es más resistente a sequías, plagas enfermedades se adapta bien al clima y da un buen rendimiento, así también aplicar abono químico porque aporta nutrientes al suelo.

Estas razones llevaron a plantear el tema, “niveles de fertilización química en maíz, variedad compuesto 20 para el ensilaje en la alimentación del ganado lechero en la Comunidad de Lajas-Provincia Méndez”.

La importancia del trabajo de investigación es que se pueda establecer una información confiable en cuanto a la fertilización adecuada en el cultivo del maíz forrajero, por otra parte con la investigación se pretende coadyuvar el trabajo diario de los productores en forraje en materia verde.

El cultivo del maíz es uno de los más diversos en el mundo y ocupado tanto para la alimentación humana como en la alimentación de animales de todo tipo desde aves

hasta vacunos de carne o leche se encuentra a nivel mundial después del trigo y el arroz que cobra gran importancia en la alimentación tanto humana como animal.

La planta de maíz forrajero es muy importante para el consumo del ganado bovino; tomando en cuenta que en la Comunidad de Lajas se fomenta la lechería, se requieren mayores cantidades de forraje utilizado en estado verde, las hojas y los restos llamados chala o en algunos casos la mazorca para incluirla en el forraje, por su alto contenido nutricional, que servirá para la alimentación del ganado bovino lechero.

En Bolivia la producción y cultivo de maíz ha adquirido enorme importancia en los últimos años tanto para la alimentación humana como animal proporcionado más alimento en grano, forraje, ensilaje y productos industriales que cualquier otro cultivo en razón a su alto rendimiento y facilidad de conservación.

El cultivo del maíz forrajero, no es exigente al tipo de suelo, pero sí a la fertilización, de ahí la necesidad de que el suelo esté bien dotado de nutrientes. *INIAF, (2013)*.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVOS GENERAL

Evaluar los resultados del maíz forrajero a dos densidades de siembra en tres niveles de fertilización química en la Comunidad de Lajas.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el nivel adecuado de la fertilización química en Kg/Ha en el cultivo del maíz forrajero a objeto de mejorar los rendimientos.
- Evaluar el comportamiento del maíz forrajero en las dos densidades de siembra e identificar cual da mejor resultado.
- Evaluar la respuesta de la interacción entre tres niveles de fertilización y las dos densidades de siembra.
- Estimar el costo de cada tratamiento en el cultivo del maíz forrajero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen e historia del cultivo del maíz

Alrededor del maíz se desarrollaron grandes culturas (la India, la Azteca, la chibcha y la maya). Darwin sostiene que el origen de las especies vegetales y animales pueden estar donde se desarrollaron sus antecesores salvajes más cercanos; más tarde Vavilov aseguró que el origen de las plantas estaría en los centros de diversificación para el caso del maíz, autor reconoció que el lugar de origen está en América, en lo que hoy es actualmente el Ecuador, Perú y Bolivia. Otros autores afirman que el origen del maíz está ubicado en Centroamérica al haberse encontrado parientes como el *tripsacum* y el *Euchlaena* que crecen especialmente muy cerca del maíz. (*MDRyT 2012*)

El maíz era un alimento básico de las culturas indígenas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran a América. En las civilizaciones Maya y Azteca jugó un papel fundamental en las creencias religiosas, en sus festividades y en su nutrición. En tiempos precolombinos se cultivaba desde Chile hasta Canadá. En el año 1604 se inició su cultivo en España. Debido a su productividad y a su fácil adaptación al medio, el cultivo del maíz se extendió rápidamente en la dieta popular.

Durante el siglo XVIII el cultivo se difundió de forma gradual por el resto de Europa, primero por los lugares de clima más cálidos del mediterráneo y posteriormente por la Europa septentrional. Es el único cereal proveniente del nuevo mundo. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países del mundo siendo la tercera cosecha más importante después del trigo y el arroz, hoy en día se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos como de los 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, papel, edulcorante alimenticio, pegamentos, comestibles, forraje, levaduras, jabones, antibióticos, caramelos, plásticos e incluso, desde hace poco, se emplea para combustibles alternativos a la gasolina, más económicos y menos contaminantes. Una de las principales características de las culturas Mesoamericanas continúa siendo, hasta nuestros días, el empleo variado y predominante del maíz como nutrimento básico; principalmente, en las comunidades indígenas que organizan su vida comunitaria. *Fuente:(<http://es.scribd.com/obtenida> el 19 de septiembre del 2014*

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Reino: vegetal.

Sub reino: Embriophytae.

Phylum: Tracheophytae.

Division: Anthophytae.

Sub Division: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Sub clase: Monocotyledoneae.

Orden: Glumiflores.

Familia: Gramineas.

Sub familia: Paniceae.

Tribu: Paniceae.

Género: Zea.

Especie: mays.

(Gandarillas, J.2001.).

2.3. BOTÁNICA DEL CULTIVO DEL MAÍZ

2.3.1. Planta.

El maíz es una gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Se constituye después del

arroz y el trigo, en el cultivo más importante del mundo en la alimentación humana y animal. (*Monar, A. y Agualongo, M. 2003*)

2.3.2. Raíz.

El sistema radicular es fasciculado, constituido por las raíces principales, raíces secundarias y terciarias o adventicias que permiten a los pelos absorbentes, encargarse de la alimentación de la planta, además estas raíces sirven como anclaje para darle soporte a la planta. (*Guevara, 2010.*)

2.3.3. Tallo.

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formado por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, grueso en la base y menos grueso en los entrenudos. El número de nudos es variable en la diferentes variedades, en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo, cada nudo es el punto de inserción de una hoja. (*Monar, A. y Agualongo, M. 2003*)

2.3.4. Hojas.

Las hojas están constituidas de vaina, cuello y lámina, la vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base que sale de la 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.*)

2.3.5. Flor.

Es una planta monoica es decir, con flor masculina y femenina que están en la misma planta, pero separadas, las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas, las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga suele

llamarse mazorca y presenta, en su extremidad superior, largos estilos en forma de pincel que reciben el nombre de barbas o sedas. (Monar, A. y Agualongo, M. 2003)

2.3.6. Fruto.

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhiere 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 pueden suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o en otras plantas, el fruto y la semilla forma un solo cuerpo que tiene la forma de un cariósipide brillante, de color amarillo, rojo, morado, rojo, morado, blanco y que se lo denomina vulgarmente como grano 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 en embrión o germen y pesa aproximadamente 0.3 gramos. (Monar, A. y Agualongo, M. 2003)

2.4. FASES DE DESARROLLO DEL MAÍZ.

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

- a. Germinación y el enraizamiento de las plántulas
- b. Desarrollo vegetativo.
- c. Iniciación de la panoja y de la espiga.
- d. Floración (liberación del polen y emergencia de los estilos).
- e. Desarrollo, maduración y secado del grano.

Al respecto indica que el ciclo vegetativo del maíz puede ser dividido en cinco partes:

Nascencia, crecimiento, floración, fructificación, maduración y secado.

2.4.1. El grano o semilla.

Manifiesta que la semilla de maíz está constituida por: Pericarpio, el Endospermo y el Embrión.

También nos dice que los valores de los nutrientes encontrados en el grano, varían con la influencia de varios factores, que son el tipo de semilla utilizada, el tipo de suelo, calidad de fertilizante y las condiciones climáticas.

También afirma que las proteínas más abundantes en el grano son de dos clases:

- a) Prolaminas solubles en alcohol.
- b) Glutelinas solubles en álcali; indica también, que la zeína está totalmente ausente en el grano inmaduro de maíz; sin embargo, se convierte en una de las fracciones más importantes al desarrollarse en grano y llegar a madurez.

El grano de maíz es un fruto rico en nutrientes digestibles totales, considerando como un alimento eminentemente energético al igual que el arroz, trigo, sorgo, centeno, y cebada. El grano de maíz tiene alto contenido de almidón, en promedio (90%) y bajo componente básico la zeína. Una excepción la constituyen con maíces con los genes apaco-2 y harinoso-2, que condicionan alto contenido de lisina y triptófano.

El mismo autor señala, que el fruto del maíz es un cariósido en el que se distinguen las siguientes partes: corona (parte inferior), dos caras (una superior, de cara del ápice de la espiga y otra inferior, de cara a la base) y el escudete con el embrión.

Seleccionado el cariósido se distingue un involucro externo (pericarpio) bajo el que se encuentra el endosperma, rico en sustancias proteicas en su periferia y formado en su interior por un parénquima amiláceo en parte corneo y traslucido y en parte blanco y harinoso. Por último, el embrión, que es rico en sustancias grasas. El germen representa del 12 al 14 % del cariósido, el endospermo harinoso cerca del 25 – 30%

y el corneo el 45-50%, el pericarpio del 8-12% del producto seco, las sustancias grasas oscilan en torno al 3-5% la sustancias nitrogenadas, 8-15% y las sustancias amiláceas 65-75%.

La proteína del maíz no tiene un valor biológico muy elevado al carecer de los aminoácidos lisina y triptófano. Es uno de los granos que contiene mayor cantidad de grasa 4% y porcentajes significativos de elementos mayores: fosforo, potasio, así como los elementos menores: cobre, hierro, zinc, flúor, etc. El valor calórico de la harina de maíz en promedio es de 360% y un valor nutritivo promedio de 11,6%.

El número y tamaño de los granos constituyen en el rendimiento del grano y el número de granos está determinado por la longitud de la mazorca, el número de hileras por mazorcas, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área. **(Bancarilli, F.1987)**

a) Pericarpio.

La función de esta delgada membrana, es la de proteger a la semilla, tanto antes como después de la siembra, limitando o impidiendo la entrada de agentes exteriores. El pericarpio, es de difícil digestión y escaso valor nutritivo por estar constituido principalmente por celulosa y hemicelulosa. Si el pericarpio resulta dañado probablemente la germinación se torne más lenta; pues, los patógenos (hongos y bacterias) pueden utilizar las reservas de la semilla antes del afianzamiento de la plántula. El pericarpio es la pared del ovario desarrollado y maduro, es un conjunto de capas que conforman la cubierta del fruto envolviendo a la semilla, como transformación de la hoja carpelar o monocotiledonar. **(Boyeldieu, J. 1980)**

En el maíz, el pericarpio, se presenta como una delgada folículo y por lo mismo, no se puede diferenciar en epicarpio, mesocarpio y endocarpio; constituyendo así una sola estructura.

b) Endosperma.

Es la principal reserva energética del grano, está compuesto por un 90% de almidón y un 7% de proteínas, pequeñas cantidades de aceites, minerales y otros componentes químicos, la función principal del endosperma, consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien afianzadas y sus hojas pueden elaborar sustancias energéticas (carbohidratos) para satisfacer los requerimientos de la vida y el crecimiento. La función del núcleo secundario con unos de los gametos se forma la célula madre del endospermo, que resulta triploide. El endosperma va a constituir un tejido que acumulará sustancias de reserva; que el embrión utilizará durante la germinación de la semilla.

Las sustancias que acumula el endosperma suelen ser muy variadas; almidón, proteínas (aleurona), hemicelulosa, etc. En muchas plantas el endosperma persiste hasta la maduración de la semilla, tanto que en las otras es reabsorbido por el embrión en crecimiento.

Las proteínas más abundantes en el grano son de dos clases:

- a) Prolaminas solubles en alcohol.
- b) Glutelinas solubles en álcali. Ambas están presentes en mayor concentración en endosperma y las glutelinas constituyen alrededor de 35-50% de la proteína del endospermo maduro. **(Evans L.T 1983)**

c) Embrión.

El embrión del grano está formado por dos partes principales: el eje embrionario o planta nueva, y el escutelo, que constituye una gran reserva de alimentos para la plántula en crecimiento. En el grano maduro, el eje embrionario es una plúmula (parte foliar), esbozo embrionario de cinco a seis hojas una radícula o porción semejante a una raíz en miniatura: las primeras cinco hojas verdaderas, un tejido que se llama coleoptilo que es el “cartucho” que protege a las hojas hasta que logran emerger de la tierra, y las primeras raíces seminales. El embrión o planta tierna del maíz está

incrustado cerca de una cara del endosperma en la base del grano o cariopse. **(Dotto, S. 1989)**

2.4.2. Germinación y emergencia

De los involucros del revestimiento de la cariósida se origina primero la radícula y, o después, la plúmula a continuación destaca numerosas raicillas primarias que aseguran la nutrición de la plántula en los primeros estados de desarrollo. Estas raíces primarias permanecen activas a lo largo de todo el ciclo vital de la planta aunque su función va disminuyendo progresivamente en importancia.

El mismo autor señala, que mientras se desarrollan las raíces primarias, la plúmula, protegida por el coleoptilo, se alargan 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.

El grano de maíz se siembra en el suelo húmedo y cálido, que permite 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, la plúmula comienza a alargarse y se inicia la formación de nuevas hojas dentro de esta parte de la plántula. **(López, L. 1991)**

2.4.3. 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 entre nudos, 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 las cuatro o las cinco semanas de 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, este punto de crecimiento está bajo la superficie o cerca de ella, y a medida que la planta crece, y hasta poco antes del surgimiento de la panoja, aparecen hojas “nuevas” que se han formado dentro de la planta durante el periodo de crecimiento vegetativo, de cinco hojas embrionarias en la semilla, una planta de maíz normal produce entre 20 a 30 hojas, todas ellas se forman en el punto de crecimiento antes de comenzar el desarrollo de la panoja.

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.

(Bonnert, J. 1980)

2.4.4. Etapa de prefloración

Cuando la planta ha completado la diferencia del número total de hojas, la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino. En condiciones normales de crecimiento, en la “zona de maíz” esto ocurre unos 30 días después de la siembra (pocas veces antes de los 25 o después de los 35). En este momento, la altura de la planta alcanza a la rodilla de una persona. El punto de crecimiento se encuentra en el nivel del suelo. Exteriormente se podrán observar de ocho a diez hojas, siempre y cuando ninguna de ellas se haya muerto o roto.

El mismo autor indica, que el punto de crecimiento, que hasta este momento a presentando 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.

La espiga diminutiva comienza a formarse al costado del punto de crecimiento, apenas una semana o diez días después de iniciada la panoja. La espiga principal del maíz se origina en el ápice de una ramificación lateral, situada aproximadamente en el sexto nudo por debajo de la panoja. En realidad, cinco o seis nudos más abajo, el de la espiga forma espigas rudimentarias; a menudo, en bajas densidades de población, una de estas produce mazorca y grano, lo que no suele ocurrir densidades altas.

Cuando surge la panoja puede verse el ápice del vástago de espiga, disminuye la velocidad de crecimiento de la planta y se inicia la preparación para la floración. Aproximadamente una semana antes de la liberación del polen, todos los entrenudos, excepto los dos o tres superiores ya tienen un largo total y la planta ha alcanzado su altura definitiva. En lo previos a la liberación del polen y al alargamiento de los estilos, la planta utiliza la mayor parte de su energía en la producción del polen maduro y en la formación de la estructura de la mazorca y de la espiga. Estos dos procesos requieren gran cantidad de proteínas. Si las condiciones de crecimiento han sido desfavorables, especialmente si ha habido deficiencias en el metabolismo del nitrógeno, disminuirá el tamaño de la espiga en formación. Dentro del mecanismo de control de la planta, en esta etapa de formación de la panoja y del polen tendrían prioridad sobre la de la espiga y los estilos; de esta manera, la función de la panoja y

la liberación del polen tienen menores probabilidades que la formación de la espiga y el desarrollo de los estilos de verse perjudicadas por condiciones desfavorables, uno o dos días antes de comenzar la liberación del polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente y empujan a la panoja fuera de la masa foliar. (**Navarro, A. 1986**)

2.4.5. 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 presenta 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.

La polinización es una etapa sumamente expuesta en la vida de la planta de maíz. En ella los fracasos tienen importantes consecuencias sobre el rendimiento, pues un grano que está bien formado y totalmente polinizado no podrá alcanzar un tamaño normal en la madurez. (**Evans, L. T. 1983**)

2.4.5.6. Maduración y secado del grano

La maduración comprende diversas fases las que se denominan como: madurez láctea, madurez pastosa, madurez completa y madurez de muerte, las cuales son descritas de la siguiente manera:

En los primeros días no se producen cambios visibles en la espiga fecundada, aunque los estilos se marchitan y toman un color acuoso, que son los granos en formación.

Durante las semanas siguientes, los granos crecen muy rápidamente, el embrión toma forma dentro de ellos y la mazorca se desarrolla hasta alcanzar su longitud y diámetro definitivo. En esta etapa la planta se dedica a llenar la mazorca y a iniciar el almacenamiento de alimentos en los granos. Al final de la tercera semana posterior a la polinización, los granos se llenan de una sustancia lechosa, casi fluida, con gran cantidad de azúcares.

Desde este momento hasta cerca del final de la quinta semana, las sustancias contenidas en el grano sufren un cambio profundo. Los azúcares desaparecen pronto y son reemplazados primero por dextrinas gomosas, e inmediatamente por almidón más seco.

La parte superior del grano, o corona, es el primer lugar donde se deposita almidón seco, endurecido. Alrededor de 40 días después de la fecundación, se puede observar, a través del grano, una banda definida que se separa la zona amilácea en maduración de la región lechosa inferior, donde se continúan depositando sustancias de reserva: aumenta materia seca mientras se registra el descenso de la humedad hacia el final de la séptima semana de formación del grano y el embrión alcanza casi su tamaño final, disminuye la velocidad de almacenamiento de alimentos y el grano se aproxima a la madurez.

En condiciones normales, en esta etapa las consecuencias sobre el rendimiento son tan importantes como en las anteriores. Se ha fijado la cantidad de espigas y de granos por espiga; sin embargo, un serio déficit de humedad, la escasez de nutrientes, las enfermedades u otras condiciones adversas, impedirán que se llene todo el grano y determinarán si llenan o no los granos superiores de la espiga, incluso aunque hayan sido polinizados. En condiciones adversas extremas la planta muere antes que el grano haya alcanzado su tamaño final. Por otra parte, las condiciones de humedad y fertilidad excepcionalmente favorables hacen que el grano se llene de manera óptima, lo que produce un rendimiento de grano más alto que el esperado. Por lo tanto, las

condiciones de este periodo delimitan el tamaño del grano, mientras que en etapas anteriores de crecimiento definen el número de espigas y granos. (**Losada, E. 1986**)

2.5. 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.

Casi simultáneamente con la desaparición de la línea de leche en la región placentaria de la semilla que corresponde al lugar de inserción de esta coronta, se hace visible un punto o película de color negro. La desaparición de la línea de leche y la aparición del punto negro son, en definitiva, indicadores de que se ha alcanzado el estado de madurez fisiológica.

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

2.6. GENÉTICA DEL MAÍZ

El maíz se ha tomado como un cultivo muy analizado para la investigación científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción.

Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, con condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiere conseguir como mejora de cultivo.

También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquellas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación. (Aldrich, M. 1974)

2.7. PRODUCCIÓN DEL MAÍZ.

2.7.1. Producción mundial.

El principal país productor de maíz en el mundo es Estados Unidos con el 51% del total, con una producción cercana a los 300 millones de toneladas por año. China y Brasil posee cada uno el 23% y 7%, respetivamente, de la producción mundial. En el 2004 China produjo casi 131 millones de toneladas en una superficie de 25.000.000 de hectáreas, lo cual lo coloca como el segundo productor mundial de este grano, mientras que México produjo en el mismo año 21 millones de toneladas, en una superficie 8.000.000 de hectáreas lo que lo coloca en el cuarto lugar.

Fuente:(Gobierno del Estado de Veracruz y Coveca, 2011)

Principales países productores de maíz (toneladas)

Cuadro 1: Principales países productores de maíz a nivel mundial

PRINCIPALES PAÍSES Y SUS PRODUCCIONES	Millones en Tn.	%
Estados Unidos	272.40	32.10
China	208.00	24.50
Brasil	70.00	8.20
Unión Europea (27 Estados)	54.64	6.40
Argentina	27.50	3.20
México	20.70	2.40
Ucrania	20.50	2.40
India	20.00	2.40
Sudafrica	13.50	1.60
Canadá	13.00	1.50
Nigeria	9.40	1.10
Indonesia	8.90	1.00
Rusia	8.50	1.00
Filipinas	7.35	0.90
Egipto	5.80	0.70
Etiopía	5.40	0.60
Venezuela	2.20	0.30
Otros Países	81.16	9.60
TOTAL	848.95	100

Fuente: Dpto. Agricultura de USDA

2.7.2. Producción en Bolivia

El maíz en Bolivia, como en todas las zonas andinas, principalmente en cabeceras de valle y valles en general, se ha convertido en el cereal más importante, cultivado principalmente por los pequeños productores y agricultores, que en estas zonas constituyen el 90% de los productores, teniendo el porcentaje más elevado entre los países andinos, ya que desde el altiplano, pasando por los valles meso térmicos,

subtropicales y llanos orientales, constituyéndose inclusive en el alimento básico y de importancia primaria en la dieta boliviana.

La alimentación humana absorbe el 35% de la producción nacional aunque existe cierta tendencia a su disminución frente al incremento continuo del porcentaje destinado al consumo animal. En los últimos años, se introdujo diversas variedades e híbridos en maíz con material seleccionado con resultados positivos para el incremento por unidad de superficie. (*Gandarillas, j.2001*).

2.7.3.- Producción del maíz forrajero en Bolivia

Según (*Miranda 2004*) obtuvo la producción de masa foliar en maíz forrajero variedad algarrobal 102 el mejor rendimiento de masa foliar es el tratamiento 64-46-00 con 39.73 Tn/Ha y el 32-23-00 con 35.48 Tn/Ha luego tenemos al 41-46-00 con 34.85 Tn/Ha seguido del tratamiento 18-46-00 con 21.51 Tn/Ha y finalmente el tratamiento 00-00-00 con tan sólo 12.54 Tn/Ha.

Según (*Gandarillas 2001*) obtuvo una producción de masa foliar en maíz forrajero en 1 variedad 1 alcanzó un rendimiento promedio de 60.93 Ton/ha y en la variedad 2 alcanzó un rendimiento promedio de 93.645 Tn/Ha.

2.8. FORRAJES

Aceptada la idea de que los forrajes sirven como vehículo para la producción de nutrientes para el ganado, lo primero a tomar en cuenta es que los requerimientos nutricionales para el ganado no son fijos, si no que cambian de acuerdo a la edad, estado fisiológico y capacidad productiva del animal. Es por ello que un forraje dado, es capaz de proveer una nutrición adecuada para animales herbívoros de una determinada raza, puede ser un alimento muy pobre en calidad nutritiva para otra raza de animales.

Al mencionar los sistemas de producción animal, donde los forrajes son uno de los principales insumos, es importante tomar en cuenta la diferencia entre los sistemas en

que se basan el cultivo de pastos cultivares, en terrenos aptos para otros cultivos y los sistemas que operan en la praderas nativas permanentes.

Los forrajes son el material vegetativo con el cual se alimenta el ganado bovino (poligástrico). Este material incluye pasturas, heno, ensilaje y especies forrajeras, que no pueden ser utilizadas en esta forma para la alimentación humana.

Para que los forrajes tengan un valor nutritivo para el hombre, es necesario que los animales los asimilen y transformen en productos como carnes y leche. Sin esta transformación el hombre es incapaz de aprovechar eficientemente la calidad nutritiva de los forrajes. **(León, A. 2008)**

2.9. ¿QUÉ ES EL ENSILAJE?

El ensilaje es una técnica de conservación del forraje por vía húmeda a diferencia de henificación (fardo o rollo) donde la conservación del material se produce a partir de una deshidratación previa.

Este tipo de reserva permite el desarrollo de un complejo grupo de microorganismos (M.O.) en un ambiente sin oxígeno (anaerobiosis).

El objetivo es conservar el valor nutritivo de la planta verde de distintos procesos químicos-biológicos que se producen en el material ensilado. En estos procesos se producen pérdidas de efluentes líquidos, destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS), entre otros componentes; por ello y en la medida de que estas fases químicas y biológicas se desarrollen en condiciones óptimas de compactación rápida, (sellado hermético del ensilaje, etc.) se puede obtener un material ensilado cuya calidad es ligeramente inferior al cultivo verde antes de ensilar.

Es valioso aclarar que no existe ningún tipo de conservación que mejore la calidad del forraje verde original, de ahí la importancia de cuidar todo el proceso enzimático-fermentativo con el objetivo de alcanzar un ensilaje de calidad. **(Castro, A. 2009)**

2.9.1. Proceso de ensilaje

Los cambios en el forraje verde se inician a partir del momento que se corta este forraje (fase enzimática), continúan en el silo en dos etapas, primero durante la fase aeróbica (con oxígeno) y finalmente con la fase anaeróbica (sin oxígeno). (**Cárdenas, J. 2004**)

2.9.2. Fase enzimática

Desde el mismo momento que el forraje es cortado comienzan a actuar enzimas propias del vegetal, hidrolizando partes de las proteínas verdaderas, del almidón, de los carbohidratos solubles (CHOS) y de la hemicelulosa, causando pérdidas de distintos órdenes y generando azúcares que serán usados en la fermentación láctica.

Generalmente la reducción de la hemicelulosa es baja, mientras que las proteínas pueden sufrir cambios muy trascendentales por la acción de las enzimas proteolíticas. Estas enzimas pueden convertir a parte de las proteínas verdaderas de la planta verde en nitrógeno proteico péptidos, aminoácidos libres (A.A.) y nitrógeno no proteico (N.N. P.) y por, la actividad de los microorganismos estas sustancias proteicas pasan a amonio y aminas.

Todas estas alteraciones se magnifican en cultivos forrajeros como la alfalfa y las gramíneas, especialmente en otoño-invierno donde cerca del 85% del total de nitrógeno puede estar como nitrógeno no proteico (N.N.P.).

Además, estas enzimas producen pérdidas en materia seca (M.S.) y el valor energético del ensilaje, al reducir la disponibilidad en carbohidratos solubles (C.H.S.).afortunadamente, las enzimas de las que hablamos, son muy sensibles al descenso brusco del pH. A la acidificación del material (*Gandarillas, j.2001*).

2.9.3. Fase Aeróbica.

Las plantas obtienen energía por las reacciones luminosas de la fotosíntesis y por la degradación o respiración de productos de la fijación fotosintética de dióxido de carbono. La reacción por la respiración se representa generalmente como oxidación completa de una molécula de glucosa.

El ensilado experimenta complejos procesos bioquímicos y microbiológicos desde que se cosecha hasta que se da como alimento al ganado, la fermentación, se inicia con la respiración aeróbica inmediatamente después de que la planta es cosechada. Durante esta fase, los carbohidratos hidrosolubles (CHS, azúcares primarios de las plantas) son convertidos a dióxido de carbono, calor y agua por la célula vegetal y los microorganismos aeróbicos específicos. Este proceso continuara hasta que se disminuya el oxígeno o los carbohidratos hidrosolubles vegetales se terminen, la fase aeróbica es ineficiente para una perspectiva de conservación. Sin embargo esta ofrece beneficios como: 1) incremento de condiciones anaeróbicas y 2) la producción de ciertos antimicóticos, compuestos benéficos que pueden servir para aumentar la estabilidad aeróbica del ensilaje durante la alimentación. La desventaja de una extensa fase aeróbica es: 1) excesiva perdida de materia seca que podría estar disponible para las bacterias productoras de ácido láctico o para el ganado al consumir el ensilaje y 2) producción de calor excesivo contribuyendo al incremento potencial de daños por calor de las proteínas del forraje. **(Solorio, F. 2004)**

2.9.4. Fase Anaeróbica.

Después de que el oxígeno en el ensilaje ha sido desplazado, inicia la fermentación, caracterizada por el crecimiento de organismos anaeróbicos, entero bacterias (bacterias productoras de ácido acético) y muchas otras cepas de bacterias ácido lácticas heterofermentativas. Estos organismos son generalmente los primeros pobladores que se establecen inicialmente debido al color y la tolerancia al acetato. Ellos producen ácido acético, etanol, ácido láctico y dióxido de carbono (A causa de

perdida de materia seca) por la fermentación de hexosas (glucosa y fructosa) y pentosas (xilosa y ribosa).

Como el pH del ensilaje tiende a bajar más allá de 5, las bacterias heterofermentativas disminuyen en número. Esto es señal del final de la fase aeróbica la cual en lo general se da a las 24 o 72 horas.

Como el pH continua declinando, este cambio afecta a la población y produce una reducción eficiente de pH del ensilaje. El declive del pH se inicia cuando esta población llega a ser aproximadamente de 100 millones de bacterias ácido lácticas (BAL) por gramo de forraje. Muchos de los nutrientes (carbohidratos hidrosolubles, péptidos y aminoácidos) son conservados en el ensilaje cuando la fermentación se termina rápidamente.

La cantidad de ácidos volátiles tales como los ácidos propionico, butírico, acético, láctico y varios asoácidos dependen de las prácticas de manejo (principalmente de madurez y humedad) y de las poblaciones epifíticas. El ácido láctico es el más fuerte, más efectivo en el ensilaje para reducir rápidamente el pH.

La fase anaeróbica es la fase principal en el proceso de ensilado, la cual lleva al pH del forraje aun rango suficientemente bajo para inhibir el crecimiento potencial de todo organismo. La fermentación natural, acompañada solo por organismos epifíticos y sin la asistencia de cualquier tipo de aditivos tomará aproximadamente de, 10 a 3 semanas para llegar a su etapa final. Este tiempo depende del tipo de cultivo, capacidad reguladora de pH (CR) humedad y madurez del material a ensilar.

La tasa y la extensión del pH en el forraje ensilado dependen considerablemente de la humedad y tipo de forraje a ensilar. Las leguminosas con bajo contenido de carbohidratos hidrosolubles (4-6%) y alta capacidad amortiguadora (480 mili equivalentes de NaOH/Kg de materia seca) generalmente alcanzaran un pH de 4,5 aproximada mente.

El ensilaje de maíz con alto contenido de carbohidratos (6-8%) y baja capacidad amortiguadora (200 mili equivalentes NaOH/Kg de materia seca) termina con un pH cercano a 4. Ensilaje con menor madurez y mayor humedad, tienen una alta capacidad reguladora de pH, la fermentación se prolonga y requiere de grandes niveles de carbohidratos hidrosolubles y un pH más bajo para la estabilidad. Cuando se obtiene el pH final, el forraje encuentra en un “estado de preservación”.

El pH del ensilaje puede ser medido al mezclar el forraje con agua destilada para obtener un extracto al cual se le determina el pH mediante un potenciómetro o tiras indicadoras. Sin embargo, es importante reconocer que el pH del forraje no es el único indicador de la calidad de fermentación. Cuando el pH sea de 3,5 a 4, el ensilaje se mantendrá relativamente “Estable” durante un periodo de almacenamiento.

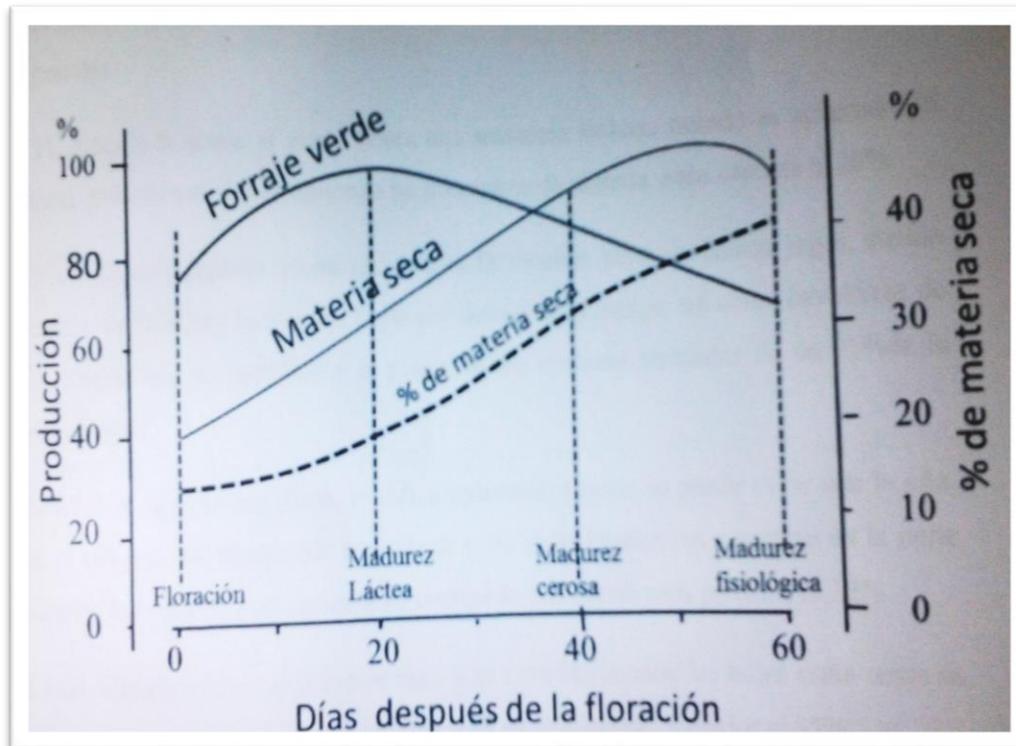
El ensilaje es un estado dinámico que depende de: 1) condiciones anaeróbicas (ej. La cantidad de aire que penetra), 2) mantener los niveles de sustratos fermentables, 3) número y tipos de organismos (aeróbicos, levaduras o mohos) presentes en el cultivo a ensilar, 4) nivel y tipos de ácidos de la fermentación presentes en el ensilaje durante la descarga del silo, lo que hará variar el pH y con ello su periodo de conservación y calidad. (*Alaniz, O.G.2008*).

2.10. ÉPOCA DE CORTE DEL MAÍZ.

Desde el momento de la floración hasta la cosecha, se modifica la proporción de los diferentes componentes anatómicos de la planta, aumenta la proporción de grano y tallos, disminuye la proporción de hojas. Los cambios en la composición química de cada uno de los componentes también varían; en el grano aumenta el contenido de almidón y disminuye el contenido de agua, de los azúcares solubles en agua y de la proteína. En los tallos y en las hojas, aumenta el contenido de pared celular (es decir fibra) y disminuye el contenido de agua, proteína y azúcares solubles. (*Bravo, F.2008*).

El momento ideal para recolectar el forraje de maíz. Se determina fácilmente por medio de la gráfica siguiente:

Gráfica 1: variación de la producción de materia verde, materia seca y del % de materia seca, en función de la época de recolección del forraje de maíz. (A. Giardini).



Fuente: (A. Giardini)

De las tres curvas representadas, la de mayor consideración es la que representa a la producción de materia seca, que varía notablemente según el periodo en que se coseche; en el momento de emisión de la espiga es de apenas un 40% del máximo posible, alcanza el 65% en la madures láctea del grano y el 90-95% en plena maduración cerosa.

A partir de la maduración cerosa. Tiende a disminuir a causa de las pérdidas que se producen en el campo (hojas basales, mazorcas y espigas).

El momento más adecuado para realizar el corte de maíz para forraje, es cuando el grano está bien formado. Para que el ensilado de maíz sea rico en energía, es necesario recolectarlo en un adecuado estado de desarrollo del grano, puesto que estos poseen el doble de energía que los tallos y las hojas juntos. **(A. Giardini)**

Para los materiales aquí recomendamos, la proporción del lote es menor que la planta, sin embargo aportan buen rendimiento de hojas y tallos.

Los estados de madurez que se presenta el grano, antes de llegar a la maduración son los siguientes:

2.11. ESTADO LECHOSO, el grano libera una sustancia lechosa cuando es aplastado, la planta todavía está verde, teniendo un porcentaje de materia seca cerca al 20%.

2.11.1. Estado pastoso blando, se aplasta fácilmente, pero sin liberar jugos, siendo posible partirlo con la uña, las hojas por debajo de la espiga, se ven como envolturas después comienzan a amarillear, la planta entera contiene alrededor de un 25% de materia seca.

2.11.2. Estado pastoso duro, es difícil aplastarlo aunque se puede rayar con la uña, las envolturas del totomoxtle amarillean y las hojas comienzan a secarse en la parte inferior de la planta, que presenta un contenido de materia seca próxima al 30%. **(Piguina, G. 1994)**

2.11.3. Estado vítreo, el grano es duro y se raya fácilmente, las hojas están secas en toda la planta y el contenido de materia seca de la misma es superior al 35%.

El momento más adecuado para la recolección, será cuando el grano se encuentra en **estado pastoso duro**, donde el contenido de materia seca de la misma es superior al 30%. Otro indicador para el óptimo estado del corte, es cuando se presenta la “**línea de leche**”. Esta línea marca el avance de endurecimiento de la maduración del grano, dividiendo la zona de almidón líquido del sólido; suele aparecer cuando el

grano empieza a aplastarse en la pared apical de la “corona”. El corte puede hacerse cuando el grano presenta la línea de leche en su porción media o tres cuartos, el contenido óptimo de energía y el mayor rendimiento se produce cuando la línea de separación de faces se sitúa entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ de la longitud del grano.

Cuando se corta el maíz muy tierno en la primera fase (lechoso). El grano tiene demasiada humedad y por ello, durante el ensilado. Se produce una mayor pérdida por escurrimientos a medida que el grano va madurando, es decir al pasar del estado lechoso al pastoso y luego al vítreo, aumenta su consistencia ya que va perdiendo agua y acumulando almidón, en la última fase (grano vítreo), el grano es excesivamente duro y dificulta la fermentación, además que también disminuye la eficiencia del compactado para la eliminación del aire. (*Bravo, F.2008*).

2.12. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DEL MAÍZ.

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar, para que se produzca la germinación en la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C, llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C y a partir de los 30°C, pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C. Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día, las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua manteniendo una humedad constante; en la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere. Se adapta muy bien a todo tipo de suelos, pero a suelos con pH de 6 a 7 son a los que mejor se adapta, así mismo requiere de suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originan asfixia radicular.

Fuente: [http://www. Oeidrus-jalisco.gob.mx/agricultura/maíz forrajero/](http://www.Oeidrus-jalisco.gob.mx/agricultura/maíz_forrajero/) obtenida 22 de septiembre 2014.

2.12.1. Requerimientos hídricos del cultivo del maíz.

Los requerimientos para la cosecha de maíz, tanto en grano como forraje, presentan una fuerte correlación con las unidades de agua aportadas por las lluvias o el riego, las necesidades de agua consideradas normales para el cultivo oscilan sobre los 600 mm.

La velocidad de consumo de agua por las plantas a partir del porcentaje de la reserva útil que exista en cada momento, depende de la textura del suelo y de la intensidad de la demanda climática (humedad ambiente, temperatura, insolación, vientos)

En los primeros estadios de desarrollo, una relativa escasez de agua induce un mayor crecimiento en profundidad de las raíces, lo que después permitirá a las plantas resistir mejor a la posible falta de agua en la época más calurosa.

Desde que emergen las plántulas hasta que alcanzan una altura de 30 a 40 cm, las condiciones atmosféricas (temperatura, insolación humedad) suelen no ser extremas y la transpiración y evaporación (ETP) son relativamente bajas, en estas condiciones pueden calcularse unas necesidades medias diarias de 2 a 3 mm.

Conforme pasan los días la ETP va aumentando. Mientras dura el desarrollo vegetativo, los cortos periodos de sequía pueden llegar a detener momentáneamente el crecimiento de las plantas. Entonces el metabolismo vegetal se concentra en la elaboración y reservas en sus tejidos de azúcares sencillos.

Los jugos celulares se hacen más densos. En cuanto un aporte de agua, este permite a la planta recuperar su actividad normal, interrumpida por la escasez de agua, la movilización de las reservas azucaradas acumuladas en los días anteriores sirven para imprimir un mayor dinamismo a los procesos de síntesis de materia seca. La planta se recupera entonces rápidamente y compensa con un crecimiento más activo el periodo estático anterior.

La ETP suele ser máxima durante los estados de botón floral, espigado y polinización. Las necesidades de agua han ido creciendo hasta llegar a los 10 mm/día e incluso más.

Sobre esta época, las máximas necesidades de agua por la planta suelen coincidir con las reservas mínimas en el suelo y la ausencia o escasez de precipitaciones, así como las temperaturas e insolación más fuertes.

La falta de humedad y el excesivo calor en esta época, propios de algunas de nuestras regiones, pueden provocar el aborto de parte de las flores y el agostamiento de las hojas superiores. La polinización puede verse perjudicada y la cosecha reducida más o menos drásticamente.

El tiempo que precisan las flores femeninas para echar sus estilos (barbas o sedas), en condiciones normales, es de unos diez días, en condiciones de extrema sequía, este periodo puede prolongarse hasta cuatro semanas y más. Al mismo tiempo, las altas temperaturas, frecuentes en la misma época, pueden provocar un acortamiento del tiempo en que tiene lugar la emisión de polen por las flores masculinas. Así, la falta de coincidencia en el momento de la fecundación en altas temperaturas con escasez de agua, puede hacer que un alto porcentaje de flores femeninas no reciban el polen de las espigas masculinas, con lo que muchas semillas abortarán y la cosecha quedara muy reducida.

En las cinco semanas siguientes al estado de botón floral las plantas precisan disponer aproximadamente de la mitad del total de agua utilizada durante todo el ciclo del cultivo.

Si durante este periodo crítico (apertura de las flores y polinización) las plantas no disponen de agua durante dos a tres días, la cosecha puede verse reducida hasta en un 20 por 100. Si la falta de agua se prolonga seis a ocho días, la cosecha muy posiblemente se quedara en un 50 por 100, o menos incluso, con relación al rendimiento normal. **(Alonso, A. 2000).**

2.12.2. Requerimientos edáfico del cultivo de maíz.

El maíz se adapta a una amplia diversidad de suelos donde pueden producir buenas cosechas a condición de emplear variedades adecuadas y utilizar técnicas de cultivo apropiadas.

Los peores suelos para el maíz son el excesivamente pesados (arcillosos) y muy sueltos (arenosos); los primeros, por su facilidad para inundarse y los arenosos por su propensión a secarse excesivamente.

El clima, en relación con las características del suelo, es también fundamental para evaluar las posibilidades de hacer un cultivo rentable. En regiones de clima frío y con fuertes precipitaciones, los suelos relativamente ligeros son preferibles por su facilidad para drenar y alta capacidad para conservar el calor. En lugares de escasas precipitaciones, los suelos de textura relativamente pesada (arcillosos) dotados de alta capacidad retentiva para el agua, son los más convenientes.

En general los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua.

En comparación con otros cultivos, el maíz se adapta bastante bien a la acidez alcalinidad del terreno. Puede cultivarse con buenos resultados entre pH 5,5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7). **(Llanos, M. 1984.)**.

2.13. REQUERIMIENTO NUTRICIONALES Y EXIGENCIAS DEL CULTIVO

Todas las planta requieren una serie de nutrientes que los obtienen del medio que las rodea y se clasifican en no minerales (carbono, hidrogeno y oxigeno) y minerales. En el caso de los minerales se clasifican en primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro,

manganeso, molibdeno, y zinc) todos son importantes y deben mantenerse un equilibrio para el óptimo desarrollo de los vegetales; se podría decir que el N,P,K son los elementos que más se toma en cuenta ya que estos son absorbidos en mayor cantidad por las plantas y que presentan mayores deficiencias, caso contrario los secundarios y micro nutrientes en los cuales es menos probable encontrar deficiencias (*INPOFOS, 1997*).

El maíz, como toda gramínea, es altamente demandante en nitrógeno, por lo que es este nutriente uno de los principales a tener en cuenta en cualquier plan de fertilización dentro de una nutrición balanceada. Por lo tanto, para poder conseguir que la planta de maíz trabaje óptimamente, es necesario un aporte balanceado de nutrientes, por eso es fundamental conocer la importancia relativa de todos los demás elementos de forma tal que podamos entender cuáles son los caminos a seguir para lograr un cultivo bien balanceado desde el punto de vista nutricional.

Para conocer la importancia que puede tener aplicar algún otro nutriente de los considerados esenciales, a continuación hacemos una breve descripción de función de los distintos nutrientes en el cultivo del maíz.

2.13.1. Nitrógeno (N): Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principales es el AIA (ácido indol acético). Así mismo, nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas. (**Gaspar, L. 2014**)

2.13.2. Fosforo (P): Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental, son: a la germinación, para favorecer el rápido crecimiento radicular; V6, es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación e inicio del llenado del grano. (**Gaspar, L. 2014**)

2.13.3. Potasio (K): Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados. A medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son los que la planta trasloca a los granos en el momento del llenado de los mismos. El potasio es el responsable principal de este traslado. Las gramíneas y oleaginosas son exigentes en este nutriente. **(Gaspar, L. 2014).**

2.13.4. Calcio (Ca): es uno de los nutrientes más importantes, y tal vez al que menos atención se le presta por considerar a los suelos “supuestamente” bien abastecidos del mismo. Su rol principal está asociado a la síntesis de componentes de estructura de la planta actúa en la forma de pectato de calcio. La demanda de este nutriente es lineal a lo largo de todo ciclo, puesto que la planta lo utiliza durante la etapa de crecimiento radicular, durante la etapa de crecimiento vegetativo, durante la floración y finalmente durante la etapa de crecimiento, manifestándose más claramente durante la etapa del desarrollo inicial de raíces.

Es fundamental en el balance hormonal; el calcio es conocido como nutriente anti estrés, ante la deficiencia, la planta altera su comportamiento hormonal, acelerándose los procesos de degradación de tejidos. Esto se traduce en menor duración del ciclo del cultivo. **(Gaspar, L. 2014).**

2.13.5. Magnesio (Mg): Cumple tres roles importantes en la planta (entre otros). En primer lugar es integrante de la clorofila, potenciando de esta manera la síntesis de azúcares. También interviene en el proceso de traslado de azúcares a los granos en forma similar al potasio aunque en segundo plano de importancia. Y finalmente optimiza el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta facilitando el establecimiento del ATP (fuente de fosforo). **(Tejerina, W. 2014).**

2.13.6. Azufre (S): Fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno. Una vez que el nitrógeno se acumuló como nitrato en las hojas, deben ser transformados en proteína. En ese proceso interviene una enzima llamada nitrato reductasa, y el azufre es uno de sus principales componentes. También forma parte de la síntesis de los

aminoácidos azufrados (cistina, cisteína y metionina), de algunas vitaminas (tiamina, biotina y de la coenzima A, fundamental para la respiración. (**Gaspar, L. 2014**).

2.14. MICRO ELEMENTOS: HIERRO (FE), MANGANESO (MN), ZINC (ZN), BORO (B), MOLIBDENO (MO), COBRE (CU).

Es común pensar que los micro elementos al requerirse en cantidades muy pequeñas no limitan el crecimiento y desarrollo de los cultivos, esto es equivocado ya que si alguno de ellos no se encuentra presente no se satisface de manera correcta el rendimiento del cultivo que se va afectado negativamente.

Cada planta posee su mínimo, óptimo de tolerancia para cada uno de los elementos citados, hacemos referencia a la frase “todo es veneno, nada es veneno, depende de la dosis”.

2.14.1. Hierro (Fe): Elemento absorbido principalmente por las raíces como ion ferroso (Fe^{2+}), asume la función de catalizador de los procesos y de la formación de la clorofila. Su disponibilidad depende de factores como temperatura, excesos de fosforo, aluminio y algunos metales pesados.

Los síntomas de deficiencia se manifiestan en las hojas jóvenes en forma de una clorosis intervenal pronunciada.

La planta de maíz presenta una sensibilidad media a la deficiencia de este elemento.

2.14.2. Manganeso (Mn): Micro elementos absorbido por la planta como ion manganeso Mn^{+2} , es catalizador de la formación de la clorofila y de las reacciones de óxido, menos reducción en los tejidos. Es un elemento poco móvil, es poco disponible en suelos alcalinos.

Los síntomas de deficiencia se manifiestan tanto en las hojas jóvenes como adultas, en forma de clorosis intervenal y una formación de manchas necróticas. La planta de maíz está dentro del nivel medianamente sensible.

2.14.3. Zinc (Zn): absorción por la raíz y vía foliar como ion divalentes (Zn^{+2}), implicado en la síntesis de triptófano, precursor clave de las auxinas (hormonas de crecimiento vegetal). Es antagonístico al Fe y fosforo; a menudo hace sinergia con el Cu. Y Mg. Su disponibilidad disminuye en los suelos alcalinos. En la planta se muestra un acortamiento de los entrenudos, típico aspecto arrositado y frutos pequeños.

En el caso de la plana de maíz, esta muy sensible a la deficiencia de este elemento, presenta manchas intervenales verde pálido y amarillas a veces blancas. **(Aldricit, A. 1974)**

2.14.4. Cobre (Cu): Es absorbido como ion divalente (Cu^{+2}) participa en la activación de enzimas. Un exceso de este elemento resultaría toxico para las deficiencias que se presentan en casos de excesos de fosforo.

Deficiencia moderadas y agudas dan síntomas visibles en las partes apicales de la planta aunque no son tan vistosas, el maíz es medianamente sensible.

2.14.5. Boro (B): Es utilizado en las plantas como ácido bórico H_3BO_3 . En las plantas se encuentra en pequeñas cantidades, pero aun así ejercita un efecto estabilizante en los complejos de Ca. Además de influenciar en procesos fisiológicos del control hormonal. Su disponibilidad es afectada por el exceso de N, ampliaciones recientes de cal y situaciones climáticas.

Elemento poco móvil, los síntomas de deficiencia se pueden manifestar en cualquier momento del ciclo productivo, el maíz es medianamente sensible a este problema, se manifiesta en las hojas con un engrosamiento, fragilidad y puntos cloróticos. **(Gandarillas. 1968).**

2.14.6. Molibdeno (Mo): Resulta más asimilable en suelos alcalinos por la planta como ((MoO₄), está asociado a la enzima nitrato_reductasa. Los síntomas que muestra en deficiencia son clorosis en las hojas basales más viejas y las hojas jóvenes resultan pálidas y menos desarrolladas.

Las plantas viven en un ambiente iónico muy diluido donde logran nutrirse y por lo tanto sobrevivir, si no se cumple con las características indicadas, la planta no tendrá un desarrollo y crecimiento óptimo.

Los micronutrientes aun en cantidades pequeñas son indispensable, una deficiencia o un exceso conlleva a tener consecuencias. Por lo que llevar una verificación de su presencia en la planta es indispensable. Recordemos una planta bien nutrida, es una planta vigorosa y con capacidad productiva. (*Castellano, Z.J.2013*).

Cuadro N°2 Necesidades de Macronutrientes- Micronutrientes del maíz.

ELEMENTOS	REND. (Kg. / Ha.)
Nitrógeno	187
Fósforo	38
Potasio	192
Calcio	38
Magnesio	44
Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

Fuente: FAO- 1995

2.15. ASPECTOS DE LA FERTILIZACION QUIMICA SUS VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Los fertilizantes son unas de las herramientas más importantes de que dispone cualquier agricultor. Cada suelo es ricos en nutrientes y algunos privados de ellos; utilizando un fertilizante se puede complementar los nutrientes que el suelo carece y aumentar las posibilidades de crecimiento exitoso de innumerables tipos de plantas.

2.15.1. Ventajas.

Podría decirse que la mayor ventaja de los fertilizantes químicos es que tienden a costar mucho menos que los fertilizantes orgánicos. El mayor costo de los fertilizantes orgánicos se debe no solo a la necesidad de recolectar material orgánico a utilizar como fertilizantes, sino también a los costos más altos de ser certificados por los mismos reguladores del gobierno. La promesa del contenido nutricional equivalente y reducir los costos de compra, popularizó enormemente a los fertilizantes sintéticos.

2.15.2. Desventajas.

Las recientes preocupaciones sobre efectos ambientales del uso de fertilizantes sintéticos han llevado a muchos a reconsiderar los fertilizantes sintéticos como una alternativa adecuada para suplir a los fertilizantes orgánicos. Por el lado de la producción, los fertilizantes sintéticos requieren más combustibles fósiles para ser producidos y crean más gases de efecto de invernadero durante su producción los fertilizantes químicos pueden tener efectos ambientales negativos cuando se les permite descargados en las fuentes.

También hay algunas evidencias de que las plantas tratadas con fertilizantes químicos no producen resultados tan productivos como los tratados con fertilizantes orgánicos.

Fuente: *[https:// mx.answers.yahoo.com](https://mx.answers.yahoo.com) question obtenida el 3 de marzo del 2016*

2.16. LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DEL MAIZ.

2.16.1. El Raleo.- Este último es frecuente que se materialice sé, porque es habitual que sobre algunas plántulas. Así al cuando las plantas llevan a cierta altura y se estabilizan conviene suprimir una parte de ellas, atreves de un aclareo de las hileras, reduciendo el número de las plantas de las mismas, dejando las plantas separadas entre sí al menos 20 cm. El material resultante o se puede aprovechar para alimento de los animales especialmente para los herbívoros o bien, tras trocearlo un poco, usarlo como material de cobertura, sobre los mismos surcos.

Esta labor de cultivo se practica cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm. Y consiste en ir dejando una sola planta por golpe y se van eliminando las restantes. *Fuente: <http://aeiagro.galeon.com/aficions1553013.html> obtenida el 24 de octubre del 2014*

2.16.2. La incorporación de urea.

El maíz, como todo cultivo requiere de suelos con profundidad adecuada y buena fertilidad natural para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético. Si queremos conocer la fertilidad natural del suelo se requiere que el productor tome una muestra de suelo de su terreno y la remita a un laboratorio para su respectivo análisis físico-químico.

El laboratorio indicara al productor el tipo de fertilizante comercial, la dosis y épocas de aplicaciones más adecuadas para las condiciones propias de su terreno.

Para dar una recomendación sobre fertilización en determinada región es necesario basarse en la experiencia de la investigación a nivel de finca, análisis de suelo, pH, tipo se suelo y otros factores ambientales.

A continuación se dan algunas recomendaciones que sin ser inflexibles servirán como una guía estas recomendaciones podrían variar según la experiencia y conocimiento sobre las condiciones ambientales y socioeconómicas que tengan los consultores

individuales y empresas privadas de asistencia técnica, investigadores y productores en cada zona. Estas recomendaciones corresponden a rendimientos óptimos económicos y no a rendimientos máximos agronómicos.

El 50 % del nitrógeno urea y toda la fórmula debe aplicarse el momento de la siembra luego entre los 20 y 30 días después de nacido el maíz aplicar el resto del nitrógeno. Sin embargo, la planta de maíz utilizará más eficientemente el nitrógeno si se aplica en tres fracciones: el 3% al momento de la siembra y los otros dos tercios a los 20 y 40 días, respectivamente.

<http://curlacsvunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-maiz.pdf> obtenida el 25 de octubre del 2014

La oferta de nitrógeno para cubrir las necesidades nitrogenadas proviene de varios componentes:

- 1.- Nitrógeno de nitratos disponibles a la siembra de (N-NO₃-disponible de 0-60cm)
- 2.- Nitrógeno mineralizado de la materia orgánica unificada: la cantidad de nitrógeno mineralizado durante el ciclo del cultivo varía según temperatura, humedad y el tipo de suelo. A modo orientativo, se puede considerar alrededor del 2.5% de N t (nitrógeno total del suelo determinado en el estrato de 0-30cm).
- 3.- Nitrógeno de fertilizantes: en el caso de que el nitrógeno inicial medido por análisis de suelo a la siembra (nitratos) y el nitrógeno mineralizado desde la materia orgánica unificada sean inferiores al requerido por el cultivo se deberá fertilizar la diferencia para mantener el balance en equilibrio (oferta de nitrógeno=demanda de nitrógeno).

El manejo del fertilizante debería contemplar que pérdidas de nitrógeno se pueden presentar y diseñar una estrategia de fertilización que minimice la incidencia global de las mismas. Las pérdidas de nitrógeno que deben ser consideradas para estimar la

dosis d fertilizante a agregarse se caracterizan brevemente a continuación. **(Castellano, Z.J. 2013)**

2.16.3. Volatilización de amoniaco. Esta pérdida se genera en aplicaciones de urea o fertilizantes que contienen urea en su composición o aplicaciones de fertilizantes amoniacales en suelos con pH de 8.5 alrededor de los gránulos del fertilizante desplazando el equilibrio del amonio hacia el amoniaco, que se pierde como gas la enzima que cataliza la hidrólisis de la urea en el suelo es la ureasa. La concentración de esta enzima es muy superior en los rastrojos que en suelo. Por ello, la aplicación de urea sobre residuos incrementaría la tasa de pérdida de nitrógeno por esta vía, siempre que el ambiente sea predisponente. Los otros factores que predisponen la pérdida por volatilización son la temperatura incorporadas (mayores a 15-18 °C), dosis de nitrógeno, vientos, pH del suelo, etc. Una vez incorporado los fertilizantes en V6 hay que tener en cuenta las condiciones ambientales mencionadas para decidir la fuente de fertilizante a utilizar y/o la dosis de nutrientes a aplicar. **(Echevarría, B. 2000)**

2.16.4. Lixiviación de nitratos. Está pérdida es el lavado de nitratos por el agua de percolación del suelo por debajo de la zona de aprovechamiento de las raíces. Para que se genere la misma es necesario un flujo vertical de agua en el perfil del suelo saturado provocado por lluvias intensas o el riego. Esta pérdida resulta más importante en suelos arenosos por la mayor movilidad vertical de los nitratos. Teniendo en cuenta que estamos frente a un ciclo climático húmedo, los pronósticos meteorológicos de corto plazo a nivel local deberían considerarse en las condiciones de fertilización de campo. Existen varios factores que inciden en forma integral en la magnitud en las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos: tipo de suelo (textura, permeabilidad, etc.), cobertura de residuos o de cultivos; disponibilidad de nitratos en el suelo; intensidad de la lluvia y/o riego; etc.

En términos generales, un excedente o balance positivo de agua en el sistema suelo-planta determinada una salinidad neta de nitratos fuera del sistema suelo-planta. La

estrategia de manejo del fertilizante debería procurar aplicar el nitrógeno escapando a los eventos de lluvias intensas o en etapas en donde el cultivo comienza a consumir agua y nutrientes en forma más intensa. En el caso del maíz, a partir de v6-7 comienza una etapa de crecimiento activo y en esta etapa fenológica resultaría un buen momento para agregar nitrógeno. En aplicaciones en la siembra o en pos emergencia, de presentarse eventos de lluvias intensas (comunes en esta época) podrían reducir el aprovechamiento del nitrógeno fertilizado. En caso de sistemas bajo riego, la lámina de agua aplicada no debería superar la demanda real de evapotranspiración del cultivo para evitar la migración de los nitratos fuera de la zona de aprovechamiento radical del cultivo. (Rosas, S. 1997)

2.16.5. Desnitrificación. Este proceso es poco relevante en maíz. Se presenta en condiciones de excesos hídricos prolongados en el suelo que generan anaerobiosis que promueven la reducción de los nitratos a óxidos de nitrógeno y en casos extremos a nitrógeno molecular (N₂). Este mecanismo de pérdida se presenta cuando la humedad del suelo se incrementa por encima de 60% de la capacidad de campo.

Fuente:

<http://www.fertilizando.com/articulos/fertilización%20nitrogenada%20del%20cultivo%20de%20maiz.asp> obtenida el 25 de octubre 2014

2.16.6. Periodo crítico.

El maíz, en su ciclo vegetativo tiene un periodo crítico, desde la emergencia hasta 40-50 días, en que es más sensible al ataque de malezas. Es el periodo en el que más daño se le puede ocasionar sin que esto signifique que las malezas también afecten en otras etapas del cultivo, pero con menor intensidad.

La competencia de las malezas en un campo de maíz es por nutrientes, luz y agua.

Con frecuencia sirve también de hospedero de plagas y enfermedades.

En el maíz, el control de malezas se puede realizar en cuatro momentos del cultivo: a) antes de la siembra, esto es, al momento de la preparación del suelo o pre emergencia de las malezas; b) después de la siembra, en preemergencia, es decir, antes de la presencia del maíz y antes que aparezcan las malezas; c) luego del nacimiento de las plántulas en post emergencia, esto es, cuando han aparecido las malezas y d) en pre más post emergencia. (Aldricit, A. 1974)

2.16.7. Control de malezas.

El control de malezas es importante y sobre todo necesario para la buena conducción del cultivo. Como se ha indicado, el maíz es mayormente afectado por las malezas durante su periodo crítico, donde precisamente debe aplicarse el control.

Una de las condiciones que contribuyen al normal desarrollo del cultivo de maíz es que se mantenga libre de malezas. En esta condición no es posible y solo cabe esperar que la presencia de malezas sea mínima y en un nivel no afecte el rendimiento hasta el final del cultivo.

Antes de iniciar el control de malezas y decidir el método a aplicar deberá considerarse algunos aspectos importantes.

Información procedente sobre la presencia estacional (invierno, verano) de las malezas más importantes.

Se registrará información sobre las malezas predominantes, las más agresivas y persistentes; de hoja ancha o angosta, anuales u otras.

Textura del suelo, por su relación con dosis y efectividad del control químico (herbicida).

Disponibilidad de equipo manual, mecánico y de aspersion.

“controlar las malezas consiste en eliminar y reducir su presencia hasta un nivel que no afecten al rendimiento económico del cultivo”. El control debe realizarse lo más temprano posible para su presencia, limitar la producción de semillas, evitando así su multiplicación. (Cepada, S. 2000)

2.16.8. Métodos de control de malezas.

En un campo de maíz, el control de malezas puede hacerse por cualquier de los dos métodos siguientes, aunque también puede aplicarse más de uno, según las exigencias.

a. Control cultural.

Se realiza en post emergencia, es decir, cuando están presentes las malezas. Se efectúa mediante prácticas de cultivo, que deben realizarse con mucho cuidado para evitar dañar a las plantas sin herbicida. Puede ser de tres formas:

a.1. Manual. Se efectúa mediante labranza superficiales, utilizando la lampa; es efectivo y económico solo cuando se practica sobre la línea de las plantas tanto en el surco como en los espacios entre surcos consume tiempo y dinero si se aplica en grandes extensiones.

a.2 Animal. Es común en la zona y se practica en surco dispuestos en líneas, sobre los espacios o interlineas; requiere de un buen adiestramiento de los animales de trabajo y el terreno debe estar bien nivelado. Utiliza cultivadoras pequeñas a tracción animal (bueyes, caballos y asnos). Emplea poca mano de obra y tiempo, y puede repetirse el pase del implemento las veces que fueran necesarias. No puede practicarse en terrenos pedregosos y de mucha pendiente.

a.3. Mecanizado.

Utiliza cultivadoras reguladas que actúan sobre las interlineas de siembra. No puede efectuarse cuando las plantas tienen mayor desarrollo ya que pueden sufrir daños por

el peso de la máquina. Sobrepasar este límite es causa frecuente de pérdida de muchas plantas a cosechar. **(Rosales, E. 1988)**

b. Control químico.

Se hace mediante la aplicación de herbicidas. “son productos químicos que se aplican a las hojas afectando a las malezas establecidas o que se aplican al suelo afectando a las malezas que están germinando”. Son productos selectivos, es decir, no afectan al cultivo pero e a las malezas y pueden usarse en cualquiera de los casos indicados previamente. En pre siembra el herbicida se aplica directamente al suelo y se incorpora con un pase de rastra. En maíz pueden utilizarse dos clases de herbicidas.

Sistémico.

Llegan a ser absorbidos por las hojas y raíces de las malezas. Se movilizan desde el punto de aplicación a otras partes de la planta afectando su funcionamiento y determinando su muerte. Corresponden al grupo de las triazinas, pirmetinas y simasinas. **(Alam, A. 1974)**

Herbicidas.

Existen diversos herbicidas para el control de malezas en maíz, los cuales se aplican en forma líquida con pulverizadoras o aspersores tipo mochila y también con aspersores o maquinas pulverizadoras. Para el control en pre emergencia se usa, entre otros, los herbicidas del grupo de las atrazinas (Gesaprim, Atranex, Bassutrin, Triazil).

Se aplica a razón de 1-2 kg/ha. En 300 lt de agua, después de la siembra y para lo cual el suelo debe tener suficiente humedad.

Una gota de herbicida que caiga sobre el follaje será suficiente para que el herbicida sea absorbido y traslocando al interior de la planta, afectando su fotosíntesis y provocando el amarillamiento y muerte final de la maleza. **(Leguizamun, 2005)**

2.16.9. Aporque.

El aporque como operación de cultivo en una siembra en surcos, modifica el perfil de la misma consiste simplemente en el cambio del surco de riego, que se origina por pase del implemento aporcador en la interlinea de siembra o camellón original. En consecuencia, por el aporque se produce la acumulación de tierra alrededor de los tallos y en adelante, el riego sera indirecto, es decir, por capilaridad puesto que el agua no llegara directamente a las plantas. Algunas consecuencias que derivan del aporque.

- Posibilita el tapado del segundo abonamiento nitrogenado, con evidente disminución de jornales.
- Proporciona el desarrollo y anclaje de las raíces adventicias en los nudos inferiores, favoreciendo la estabilidad de las plantas, esto es su resistencia a la tumbada debido al viento, al exceso de riego a la altura de la planta.
- Favorece la absorción de nutrientes.
- Representa una forma de cultivo (aireación y mullido del suelo) y de deshierbe, mejorando la limpieza del campo.
- Es especialmente importante y aplicable a los suelos sueltos o ligeros, poco profundos, donde los riegos causan la caída de las plantas.
- Contrariamente, el aporque puede originar perdida de plantas por el pase de los implementos, por lo que deberá realizarse con el mayor cuidado posible.
- Determina que se efectuara luego un nuevo conteo de plantas.

El aporque no es una decisión arbitraria se debe el momento del aporque. Depende del estado de crecimiento de las plantas (cultivos), de las condiciones del suelo (humedad) y de la coincidencia con alguna aplicación de pesticidas.

El aporque se efectúa cuando las plantas tienen 40-50 cm de altura (altura hasta la rodilla y sobre un suelo suelto). Si coincide con una aplicación de pesticidas, esta deberá efectuarse inmediatamente antes del aporque puesto que, regándose el campo

después, el recorrido será dificultoso, pudiendo bajar la eficiencia de la aplicación o incrementarse la mano de obra.

Se practican tres modalidades para cumplir el aporque:

2.16.10. Manual. Con lampa. Aplicable en campos de poca extensión, por la demanda de mano de obra la planta puede tener hasta 50 cm de altura.

2.16.11. Animal. Usando el arado especial aporcador, tirado por una acémila. Es común el uso de caballo, en pequeñas extensiones o unidades agrarias.

2.16.12. Mecánico. Se utiliza cajones aporcadores de 2 o más surcos, debidamente regulados, tirados por un tractor. Las plantas deberán tener menor altura que el aporque manual o de tracción animal. Se efectuará cuando las plantas alcancen 40 cm de altura, porque de este modo se evitará el daño que pueda causar el paso del tractor. *(Sánchez, H. 2004).*

2.17. EL RIEGO.

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5mm al día. Los riegos pueden realizarse por realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleando últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero si es necesario mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego cada 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la cantidad y de producción permitan una eficaz polinización y cuajado.

Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

En el siguiente recuadro se presenta las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado).

Fuente: <http://www.infoagro.com/herbáceos/cereales/maíz.htm> obtenida 21 de octubre 2014

Cuadro 3: Parámetros riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado).

SEMANA	ESTADO	N° RIEGOS	m³
1	Siembra	3	42
2	Nacencia	3	42
3	Desarrollo primario	3	52
4		3	88
5	Crecimiento	3	120
6		3	150
7		3	165
8	Floración	3	185
9	Polinización	3	190
10		3	230
11	Fecundación	3	200
12	Fecundación del grano	3	192
13		3	192
14		3	192
15		3	190

2.18. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL MAÍZ.

2.18.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

El cogollero es la plaga más común en los cultivos de maíz. Las larvas en sus primeros estadios raspan la superficie de las hojas, dando la apariencia de manchas blancas dispersas sobre la superficie de las mismas.

Posteriormente las larvas se dirigen hacia el cogollo donde consumen el tejido tierno de las hojas, siendo este el daño más importante.

En la mazorca esta plaga se alimenta de los 16 estigmas después del grano; en algunos casos puede causar perforaciones en el tallo. Además, pueden actuar como gusanos trozadores cortando las plántulas a nivel del suelo o, como ejército causando defoliaciones severas en plantas desarrolladas. (*Arévalo, R.J.2011*).

2.18.2. Gusano cortador, *Agrotis* y *ípsilon* (Hufn) (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Las larvas durante sus primeros estados se alimentan de las hojas que están cercanas al suelo y cuando están grandes cortan el tallo de las plántulas de maíz a nivel del suelo. Este daño lo realizan durante la noche y durante el día, se esconden en el suelo, cerca del sitio de alimentación. La larva completamente desarrollada llega a medir hasta 50mm de largo, de color gris-oscuro con tubérculos negros en cada uno de los segmentos. Cuando está inactiva permanece enroscada en forma de “C”.

El adulto es una mariposa con una expansión alar de 40 a 50 mm, las alas anteriores son grises, con marcas más oscuras y las posteriores blanco aperlada. Los huevos son blancos-globulares y puestos individualmente en el suelo o en el follaje.

El ciclo de vida, desde la ovoposición hasta la emergencia del adulto es de 30 a 40 días, correspondiéndole 4 a 5 días al periodo de incubación, 20 a 25 días al periodo larval y 8 a 12 días al periodo pupa.

El gusano cortador es generalmente una plaga esporádica, pero puede ser severa durante periodos secos y en suelos enmalezados. (*Mendoza, J. 1994*).

2.18.3. Gusano de la mazorca (*Heliothis Zea*)

La mariposa efectúa la postura en forma individual sobre los pelos o estilos de la mazorca. Los huevos son esféricos con estrías longitudinales, de coloración amarillo-pálido. Después de la eclosión las larvas se alimentan inicialmente de los estilos y posteriormente de los granos situados en la punta de la mazorca; a veces penetran un poco más dejando un túnel lleno de excrementos, además, las perforaciones que realizan las larvas favorecen la entrada de microorganismos que ocasionan la pudrición de la mazorca y, en otros casos, permiten la infestación de la mazorca con insectos de granos almacenados, tales como gorgojos y polillas. Este daño es más frecuente en mazorcas que presentan las puntas abiertas o poco compactas. (*Arévalo, R.J.2011*).

2.18.4. Gallina ciega (*Phyllophaga spp*). (Coleóptera: Scarabaeidae)

Los adultos son escarabajos con tonalidades que varían desde pasado sin brillo, pardo-rojizo, hasta bicoloreados con brillo; el tamaño oscila entre 9 y 29 mm según la especie.

Las larvas son blancuzcas o cremosas de tipo escarabeiforme (forma de “C” y gordas), con la cabeza de color rojiza, pueden alcanzar hasta 50 mm de largo. Las patas torácicas son fuertes y bien desarrolladas, como lo son también las mandíbulas. Estos insectos tienen un ciclo de vida que varía de uno a dos años, dependiendo de la especie. Los adultos emergen del suelo inicio de la época lluviosa y se alimentan de follaje de arbustos, árboles y plantas anuales. Durante el día regresan al suelo donde las hembras ovipositan.

Las larvas eclosionan del huevo blancuzco después de unas dos semanas de la ovoposición. Las larvas en sus dos primeros estadios se alimentan de materia

orgánica y raíces tiernas y, a partir del tercer estadio ocasionan los mayores daños alimentándose de las raíces.

El pre pupa forma una celda en el suelo a una profundidad de 6 a 20 cm. Donde permanecen hasta el inicio de las lluvias luego emergen en estado adulto.

Las plantas cuyas raíces han sido destruidas, muestran síntomas de deficiencia de agua y nutrientes, son susceptibles al acame, no rinden bien y pueden morir. Los ataques de la plaga normalmente son esporádicos, y difíciles de predecir; aunque es más probable en suelos que hayan sido sembrados anteriormente con pastos. *(Mendoza, J.1994)*

2.18.5. Gusano de alambre.

Viven en suelos aparecen en suelos arenosos y ricos en materia orgánica. Estos son gusanos coleópteros. Las hembras realizan puestas de 100 a 250 huevos de color blanquecino y forma esférica. Existen del género *Conoderus* y *melanotus*. Larvas de los gusanos de alambre son de color dorado y los daños que realizan se dan al alimentarse de todas las partes vegetales y subterráneas de las plantas jóvenes. Ocasionan grave deterioro en la planta e incluso la muerte. Para su lucha se recomienda tratamiento de suelo con paration y otros insecticidas, se pueden controlar a base de FURADAN 350 ST, a una dosis de 2-2,5lt/100kg. De semilla. *(Espindola, J.P.2013)*.

2.18.7. Barrenador del tallo, *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae).

El adulto es una mariposa pequeña (20-25mm. De expansión alar) de color amarillo pajizo. Los huevos son de coloración amarillenta, de forma ovalada y aplanada,

dispuestos en una masa de hasta 80 huevos, en forma imbricada. La eclosión de la larva ocurre en 4 a 5 días después de la ovoposición. La larva completamente desarrollada mide de 25 a 30mm. La cabeza y tórax son café claro o bronceado y el resto del cuerpo blanco cremoso, con cuatro manchas negras o bronceadas en la parte dorsal de cada segmento abdominal. El periodo larval dura de 16 a 25 días, pasando por 5 estadios. Al final de este periodo la larva se transforma en pupa, la cual es alargada y café-bronceada. Después de 8 a 14 días emerge el adulto. El Ciclo de vida, desde huevo hasta la emergencia del adulto es de 28 a 44 días pudiendo ser representado hasta 3 generaciones de este insecto durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz.

El daño es causado por las larvas que atacan las partes de la planta (hojas, tallo, y mazorcas), excepto las raíces fibrosas y nervaduras central de las hojas. El tallo es atacado, preferentemente en la parte baja y a la altura de la mazorca.

Las galerías que hacen las larvas en el interior del tallo reducen el vigor de la planta y el tamaño de la mazorca. Además estos daños permiten la entrada de microorganismos perjudiciales (hongos, bacterias) que ocasionan la pudrición de la planta o la mazorca atacada.

El ataque de *diatraea* spp. Pueden ocurrir desde los 15 días de edad del cultivo hasta la cosecha; siendo más grave en las plantas jóvenes, en las cuales el daño ocasionado por la larva puede causar la muerte de las mismas. (*Mendoza, J. 1994*).

2.19. ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DEL MAÍZ.

2.19.1. “Carbón común” Esta enfermedad se caracteriza por causar mazorcas deformes con agallas plomas oscuras que reemplazan a los granos, el agente causal es el hongo *Sphacelotheca reiliana*. Su presencia era común cuando se usaban para la siembra las variedades “Criollas”. Actualmente su presencia es muy esporádica y no incide económicamente en los cultivos. (**Bravo, A. y Mero, C. 2004**).

2.19.2. Pudrición en la mazorca (*Diplodia maydis*= *Stenocarpella maydis*).

Estas dos especies pueden causar daño de pudrición de mazorcas de importancia económica, aunque *S. maydis* también puede llegar a causar pudrición en los tallos. *S. maydis* se encuentra causando pudriciones de tallo más en zonas templadas y subtropicales del mundo, aunque es común encontrar esta especie causando pudrición de mazorcas en zonas tropicales. *S. macrospora* se encuentra más en zonas tropicales húmedas, en donde también se la puede encontrar causando un daño foliar. (Sandoval, J. F. 2004).

2.19.3. Manchas de asfalto.

Eventualmente ha sido observada en zonas de alta humedad en Manabí, se caracteriza por pequeñas manchas negras brillantes que aparecen como salpicaduras abultadas en hojas, su agente causal es el hongo *Phyllachora maydis*, y su combate se lo realiza sembrando cultivares resistentes a la enfermedad. (Bravo, A. Y. Mero, C. 2004).

2.19.4. Manchas Foliares o Tizón (*Helminthosporium maydis*).

En las hojas se observa lesiones en forma romboide y a medida que maduran se van alargando hasta alcanzar de 2 a 3 cm de largo: estas lesiones pueden fusionarse llegando a producir la quemadura completa de un área foliar considerable.

La enfermedad se presenta principalmente en las hojas bajas e intermedias de la planta joven, sobretodo en un ambiente cálido y muy húmedo (20 a 32 °C) durante las lluvias. Se transmiten sobre todo a través de la semilla, por el viento, animales e implementos agrícolas, siendo desfavorable el tiempo seco y soleado entre los periodos de lluvias, no obstante, ambas especies (*H. turcicum* y *H. maydis*) se encuentran a menudo en una misma planta. (Cruz, O. 2013).

2.19.5. Roya común (*Puccinia sorhi* Schwein).

La roya común es una enfermedad endémica de la zona maicera núcleo en la Argentina, y se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presentes y de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo. Los síntomas diagnosticados en cualquier tejido verde de la planta son las pasturas uredinosoricas en el haz y envés de las hojas, alargadas, de color herrumbroso oscuro con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas en el centro de las hojas. Los teliosoros con teliosporas oscuras, casi negras, se observan al final del ciclo del cultivo. **(Espíndola, J. P. 2013).**

2.19.6. Cenicilla (*peronosclerospora sorghi*).

Pertenece a un grupo de enfermedades de distribución mundial; es causada por el hongo *peronosclerospora sorghi*. Además del maíz ataca el sorgo o maicillo, zacate Johnson y otras gramíneas. Se desarrolla en condiciones de humedad alta, temperaturas ambientales entre 12° C y 32° C. se disemina por esporas en las semillas, rastros, vientos y suelo infestado; a través de conidias de plantas infectadas y también por medio de micelio en las semillas u hospederos. En severas infestaciones las pérdidas alcanzan hasta un 70% sin embargo, estas pueden evitarse o prevenirse.

Las plantas infestadas por esta enfermedad presentan en mayor o menor grado clorosis, enanismo, franjeado clorótico, hojas delgadas y proliferación de estructuras florales sin llegar a producir mazorcas. Las medidas de prevención recomendadas comprenden aspectos cuarentenarios, culturales y químicos; químicamente se puede prevenir la enfermedad tratando la semilla antes de sembrarla, utilizando 2 gramos de Ridomil (Metalaxil) 25 WP por kilogramo. **(Cruz, O. 2003).**

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La investigación se realizó en La Comunidad de Lajas del Departamento de Tarija (Bolivia), distante de esta a 18 km de la ciudad de Tarija, en la propiedad de mi padre el señor Feliciano Benítez.

Limita al Este con la comunidad de Barranco, al Oeste con la Comunidad de Paschani, al norte con la Comunidad de Canasmoro y al sur con el barrio San Pedro. Y geográficamente se encuentra ubicada entre los paralelos latitud sur $21^{\circ} 23'11''$ y longitud w $64^{\circ} 40' 52''$ a una altura sobre el nivel del mar de 2.145.



3.2. UBICACIÓN DE LA PARCELA.

La parcela experimental que se implementó se encuentra en el sector sur este de la Comunidad de Lajas, limita al este con la propiedad del Señor Urbano Orosco, al oeste con la propiedad de Renán Orosco, al norte la propiedad de Osvaldo Guerrero y al sur con la propiedad de Carmelo López.



Ubicación de la parcela

3.2.1. Ubicación geográfica y política.

La Comunidad de Lajas se encuentra ubicada en el valle central de Tarija, abarcando aproximadamente 8000 Ha, con las siguientes características:

Cuadro 4: descripción de la ubicación geográfica de zona de estudio.

UBICACIÓN	Lajas la Merced
Provincia	MéndeZ
Municipio	San Lorenzo
Distrito	San Lorenzo
Comunidad	Lajas la merced
Altitud	2.145 metros
Latitud	21° 23'11" de latitud sur
Longitud	64° 40' 52" longitud oeste

Fuente: SENAMHI-2013, Dirección regional N°5 Tarija-Bolivia.

3.3. DESCRIPCIÓN AGROCLIMÁTICA.

3.3.1. Clima.

Se puede clasificar en forma general que la comunidad de Lajas la Merced tiene un clima semiárido, fresco, meso termal, con poco o ningún exceso de agua. El 86 % de las precipitaciones se concentran entre los meses de noviembre a marzo, el promedio anual de las mismas es de 466mm.

La humedad relativa es del 61% alcanzando una máxima superior al 70% en los meses de enero a marzo, generalmente se tiene un periodo medio libre de heladas de 260 días además se puede indicar que el periodo de ocurrencia de las primeras heladas es a partir del mes de mayo y las ultimas heladas se presentan a fines del mes de agosto.

El clima es templado seco (*Romero et al., 1990*) la precipitación media es de 618.8mm/año; tal variación a lo largo la comunidad de Lajas puede ser estimada por

la relación $p = 1460.12 * 10^{-0.0102(z)}$. Donde p es la precipitación y z es la distancia en Km. Al eje accidental del vale central de Tarija. Se diferencia un periodo lluvioso que va desde octubre a abril con, una concentración del 57% del total de la precipitación anual; y un periodo seco de mayo a septiembre.

El balance hídrico de la zona muestra una evapotranspiración superior a la precipitación durante casi todo el año a excepción de los meses diciembre, enero aun febrero donde se presenta una precipitación igual a la evapotranspiración y solamente una precipitación superior ala evaporación en el mes de enero. La temperatura media anual es de 17.4 °C. Las temperaturas máximas extremas se dan en el periodo húmedo alcanzando 39,6°C. En tanto que el periodo seco es común la presencia de heladas generalmente entre junio y septiembre con temperaturas mínimas de hasta 9.5°C. Bajo cero.

Cuadro 5: Resumen de las características agroclimáticas de la comunidad de Lajas.

Características	Lajas la merced
Precipitación promedio anual	618.8mmm
Temperatura máxima	25.5°C
Temperatura mínima	9.3°C
Temperatura media anual	17.4°C
Humedad relativa	56%
Velocidad del viento	8.7 Km/hr.

Fuente: SENAMHI-2013, Dirección regional N°5 Tarija-Bolivia.

3.3.2. Fisiografía.

La Comunidad de Lajas presenta un valle de origen Fluvio lacustre con predominio de terrazas aluviales además de pie de monte de origen pluvial y planicies.

Terrazas disectadas de origen aluvial y coluvial que dan origen a áreas de cultivos agrícolas de carácter aluvial a una distancia de nivel del río de 10 a 14 metros

La pendiente media es del 8% con relieve ondulado suave, suelos con profundidad efectiva de 100 cm moderadamente pedregosos textura pesada y fertilidad media.

3.3.2.1 Vegetación.

La vegetación es variable en la comunidad de Lajas es arbustivas arbóreas. Las especies, nativas más predominantes nativas en la comunidad donde se realizó la presente tesis las presentamos a continuación:

Cuadro 6: Cuadro de la Vegetación existen más representativa en la zona de estudio.

Nombre científico.	Nombre vulgar.	Familia.
Extracto arbóreo.		
Schinus molle L.	Molle	Anacardiaceae
Geoffroea decorticans (Gill. Ex Hook. Et Arn.	Chañar	Leguminosae
Erythrina falcata Benth	Ceibo	Leguminosae
Acacia aroma Gillex ex hook. Y Arn.	Tusca	Leguminosae
Prosopis alba	Algarrobo Blanco	Leguminosa
Propopis negra	Algarrobo Negro	Leguminosa
Salix sp.	Sauce criollo	Salicaceae
Eucaliptus sp.	Eucalipto	Myrtaceae
Acacia caven (Mol.) Mol.	Churqui	Leguminosae

Extracto arbustivo.		
Ficus sp.	Higuerón	Moraceae
Rumex crispus L.	Lengua de vaca	Polygonaceae
Rosa sp.	Rosa	Rosaceae

Fuente: Dirección de planificación- prefectura.

Extracto herbáceo de hoja ancha.		
Portulaca sp.	Verdolaga	Portulacaceae
Tarxacum officinale Weber	Diente de león	Asteraceae
Malva sp.	Malva	Malvaceae
Brassica sp.	Nabo	Cruciferaeae
Chenopodium ambrosioides L.	Paico	Chenopodiaceae
Ipomea sp.	Camotillo	
Datura sp.	Chamico	Solanaceae
Bidens sp.	Saetilla	Compositae

Fuente: Dirección de planificación- prefectura.

Extracto herbáceo de hoja angosta.		
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Gramma	Poaceae
Sorghum halepense L. Pers.	Sorgo de Alepo	Poaceae
Cenchrus ssp.	Cadillo	Poaceae
Echinochloa cruz-galli	Capin	Poaceae

Fuente: Dirección de planificación- prefectura

3.3.3. Suelos.

Los suelos de la Comunidad de Lajas. Fisiográficamente se sitúan sobre aluviones recientes, con relieve topográfico plano o casi plano.

Son suelos imperfectamente drenados, no presentan problemas de erosión significativa. Tienen un nivel de fertilidad medio, donde los contenidos de materia orgánica y nitrógeno son medios, de fósforo medios a altos y de potasio bajos a medios. El pH es neutro a ligeramente alcalino. (San Lorenzo 2013).

3.3.3.1. Uso actual de la tierra.

De manera general los suelos de la Comunidad de Lajas son de textura (franco arcilloso limoso), con un porcentaje medio de materia orgánica. Se caracterizan por tener un alto contenido de fosforo y potasio.

Los comunarios se dedican íntegramente a la producción agrícola y al ganado lechero rubro que se constituye en la base productiva del lugar y presenta una alternativa social para la subsistencia.

La agricultura mantiene la tecnología tradicional, es decir con el uso de herramientas menores como azadones, azadas, palas, con implementación maquinaria y muy pocas veces utilizan la yunta para realizar sus siembras.

Todos los trabajos son realizados manualmente, en pequeñas superficies cultivadas de hortalizas, cebada, avena, alfa, papa y maíz forrajero, durante él mes de octubre hay escasas de agua, resto coincide con la fecha de siembra. (Ríos, V.J. 1996)

3.3.3.2. Sistema Agrícola.

La agricultura se desarrolla bajo dos formas de explotación: a temporal o secano y bajo condiciones de riego. En las áreas de secano los cultivos más definidos son el maíz para choclo y grano, papa, arveja, maní, trigo. En zonas bajo riego, se cultiva maíz, papa, tomate, cebolla arveja, maní, alfa, cebada, avena y hortalizas. Y frutales como ser: manzano, durazno albarillos, nogales e higueras.

3.4. MATERIALES UTILIZADOS.

3.4.1. Material vegetal.

Variedad de maíz compuesto 20

Esta variedad se obtiene del cruzamiento original entre la variedad Kellu x compuesto- 18 variedad mejorada en el centro pairumani (compuesto 18) con dos ciclos de recombinación, presenta granos de color amarillo y textura dentada con 10 a 12 hileras, es una variedad intermedia con características similares a la variedad Kellu, las condiciones óptimas de producción son los valles meso térmicos de 1800 a 2500 m.s.n.m. (Claire T. -1992).

3.4.1.1. Características morfológicas-fisiológicas.

- Grano de color amarillo, vítreo
- Densidad de siembra: 30 Kg. / ha.
- Altura de crecimiento: 2.80 a 3.0 m.

3.4.1.2. Germinación de la semilla.

El porcentaje de la germinación se determinó en el estudio efectuado, ya que la variedad es una semilla importada con su etiqueta de presentación en el cual indica el porcentaje de germinación mínima del 85% la misma designada en laboratorio.

3.4.2. Materiales de escritorio.

- Libreta de campo.
- Formularios.
- Lápiz.
- Lapicera.
- Borrador.
- Máquina fotográfica digital.
- Computadora.
- Impresora.

- Calculadora.

3.4.3. Materiales de campo.

- Estacas.
- Wincha métrica.
- Flexometro.
- Letreros.
- Marcadores.
- Romana eléctrica
- Cuerda.
- Tractor.
- Arado.
- Rastra.
- Fumigadora manual.
- Hoz.
- Azadón
- Pala.
- Insumos para la implementación de la parcela (urea, glifosato, Hooken).
- Machete.
- Análisis físico químico del suelo.

3.5. METODOLOGÍA.

3.5.1 Diseño experimental.

El diseño experimental se realizó en bloques al azar con arreglo factorial (3x2) con 6 tratamientos, y 3 repeticiones lo que hace un total de 18 unidades experimentales.

El diseño resultante es de una variedad de maíz con dos densidades de siembra y tres niveles de fertilización (urea).

3.5.2. Características del diseño.

Nº de tratamientos = 6

Nº de repeticiones = 3

Nº de parcelas = 18

Largo de la parcela=5 m.

Ancho de la parcela=2.80 m

Tamaño de parcelas = 14 m²

Distancia / bloques = 1 m.

Distancia / parcelas = 1 m.

Superficie total del ensayo = 252 m²

3.5.3. Tratamientos.

Nivel de fertilización.

Densidad de surco a surco.

Tratamientos.

V N1 → D1 = N1D1 = T1

V N1

→ D2 = N1D2 = T2

V N2 → D1 = N2D1 = T3

V N2

→ D2 = N2D2 = T4

V N3 → D1 = N3D1 = T5

V N3

→ D2 = N3D2 = T6

V= Variedad (compuesto 20).

N= nivel.

N1= nivel 1 = 166-00-00 (360 kg de urea /Ha).

N2= nivel 2= 184-00-00 (400 kg de urea/Ha).

N3= nivel 3= 206-00-00 (447 kg de urea/Ha).

D= densidad.

D1= densidad 1= 0.50m de planta a planta y 0.70m de surco a surco.

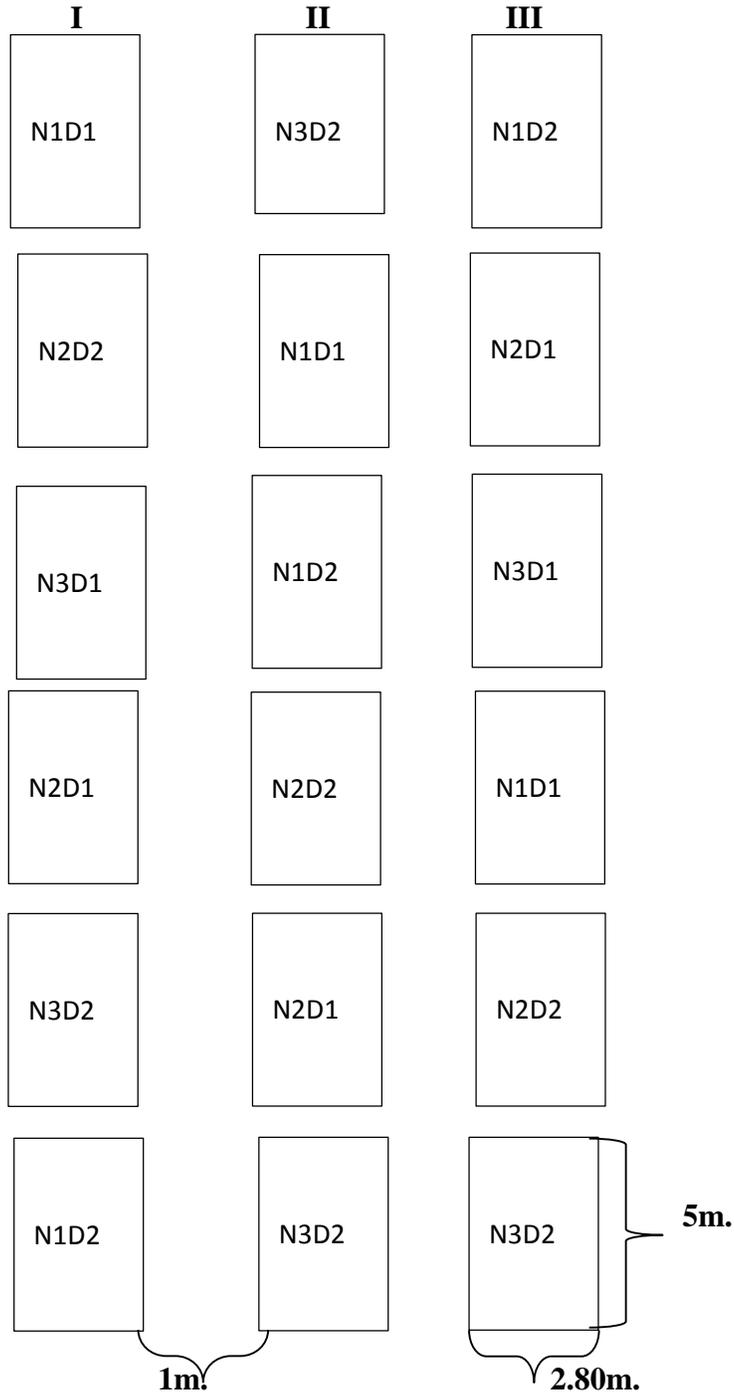
D2= densidad 2= 0.50m de planta a planta y 0.80m de surco a surco.

T= tratamiento.

3.5.4. Distribución de los tratamientos.

La distribución de los tratamientos se realizó de una forma tal que exista buena uniformidad en las parcelas y que todas tengan las mismas condiciones.

DISEÑO DE CAMPO



3.6. MUESTREO DEL SUELO.

Para realizar dicho muestreo se tomó al azar 10 muestras a una profundidad de 0.25cm, en forma de zig zag, Las cuales se homogeneizaron para obtener una muestra aproximadamente 1 kg. Y se envió dicha muestra al laboratorio de suelos dependiente del S.E.D.A.G. Tarija.

3.6.1. Interpretación de análisis del suelo.

La comparación de los datos del análisis del suelo con los valores de una tabla de niveles críticos, resuelven una gran parte de la interpretación por cuanto, se puede decir cuáles son los problemas y deficiencia que tiene el mismo.

Cuadro 7

Parámetros físico – químicos analizados en laboratorio.

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO.	
Parámetro	Suelo
pH	Si
Materia Orgánica (M.O.)	Si
Fosforo disponible (P)	Si
Potasio Intercambiable (K)	Si
Nitrógeno total (Nt.)	Si
Textura	Si
Densidad aparente(Da)	Si

FUENTE: Laboratorio de agua y suelos SEDAG

3.7. CRITERIOS UTILES PARA DEFINIR LOS NIVELES DE LA FERTILIZACION.

3.7.1. Cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

Se estiman por medio del análisis químico del suelo, el cual indica el nivel de nutrientes que existen en el suelo, da las bases conceptuales para desarrollar un programa de fertilización.

3.7.2. Requerimiento de nutrientes del cultivo.

Conocer las demandas nutricionales del cultivo para el cual se formulara la recomendación de fertilizantes en base a una producción determinada, esta es la base principal para establecer las demandas de nutrientes.

La bibliografía consultada nos indica que la demanda de nutrientes del maíz es la siguiente:

Nitrógeno 187 kg/Ha.

Fósforo 38 Kg/Ha.

Potasio 192 kg/Ha.

3.7.3. Producción esperada.

Se define el rendimiento del cultivo a establecer, conociendo la cantidad de nutrientes que existen en el suelo, luego se determinara el balance entre lo que se extraerá de la cosecha y la existencia de los nutrientes en el suelo.

Esto permitirá definir el tipo y la cantidad de nutrientes que habrá que aplicar.

3.7.4. Estimación de dosis de nutrientes necesarios.

Se estimara la dosis de nutrientes a través de la comparación entre requerimiento del maíz y el resultado del análisis del suelo, con el resultado obtenido podremos determinar la cantidad de nutrientes a incorporar.

3.7.5. Costo del fertilizante puesto en la parcela.

El costo de los fertilizantes (precio más transporte y la aplicación del mismo) se debe considerar en función al valor de la cosecha.

3.7.6. Experiencia de los productores de la comunidad con el empleo de fertilizantes.

Los productores de la Comunidad usan productos químicos, pero no conocen las normas adecuadas de utilización, sin embargo saben que contaminan a suelos, aguas, productos agrícolas, medio ambiente y son muy dañinos para la salud.

3.7.7. Historial productivo de la parcela.

La parcela tiene más de 100 años de cultivarse y los cultivos establecidos en los años anteriores son los siguientes.

- Tomate.
- Morrón.
- Zapallito.
- Repollo.
- Arveja.
- Cebada.
- Avena.
- Lechuga.
- Acelga.
- Papa.

3.7.8. Limitantes de la producción.

Los limitantes de la producción son las siguientes:

- Escases de agua.
- Incidencia de plagas, enfermedades y presencia de malezas.
- Calidad de semilla.
- Densidad de siembra.

3.8. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO.

3.8.1. Labores culturales.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se realizaron diferentes labores culturales, entre las cuales se puede mencionar: el riego, Preparación del terreno, arado, rastreado, siembra, riego, control de maleza, aporque, control de plagas y enfermedades, incorporación de fertilizante, aporque y cosecha.

3.8.2. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se llevó a cabo semanas antes de la siembra, consistió en aplicar un riego abundante, posterior a eso se aflojo el suelo, con arado cincel, desmenuzando las estructuras formadas de manera que quedó casi mullido, esta operación se hizo para todo el terreno. Al final se dejó el suelo bien labrado, listo para el próximo paso que fue el abonado y la siembra.

3.8.3. Arado.

Se utilizó un tractor con un arado de 4 discos para realizar la arada para aflojar y airear el suelo y luego proceder a rastrear.

3.8.4. Rastreado.

Se utilizó un tractor y una rastra de 20 discos se realizó 2 pasadas para romper los terrones y destruir las malezas del terreno.

El surcado se realizó manualmente, sobre una superficie de 252 m² dividiendo el área de estudio con estacas y cuerdas en 18 parcelas, con una dimensión de 5 x 2.80 m.

3.8.5. Siembra.

La siembra de la variedad de maíz compuesto 20 se realizó el 09 de noviembre 2014 para tener uniformidad dentro de la plantación.

D1= se utilizó una densidad de siembra de 0.70 metros de surco a surco y de 0.50 de planta a planta y un número de 40 semillas por cada parcela de dicha densidad.

D2= El número de plantas por parcelas de la densidad 0.80 metros de surco a surco y de 0.50 de planta a planta con un número de 30 semillas por cada parcela de dicha densidad.

3.8.6. Riego.

En los predios de la parcela de estudios en la Comunidad de lajas existe un sistema de riego por acequia, que abasteció durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. El sistema de riego fue por surco, el caudal de agua transcurre desde el río Guadalquivir hasta el cultivo mediante una acequia principal conducida (el agua) por gravedad.

3.8.7. Control de malezas.

El control de malezas y deshierbes se efectuó en forma manual con ayuda de azadón, el deshierbe o la carpida se la realizó a los 20 a 30 días luego de la siembra, y se la hizo a todas las unidades experimentales.

3.8.8. Aporque.

Se realizó en forma manual con la ayuda de azadones, esto se ejecuta simultáneamente al desmalezado. En el momento del aporque la planta tenía entre 25 a 30 cm de altura.

3.8.9. Control de plagas y enfermedades

El control de las plagas y enfermedades se planteó de dos maneras, la primera el control preventivo para el gusano cogollero, de los 8 a 10 días luego de la labranza con la aplicación de Hoolken y el registro curativo se realizó en la época que apareció el gusano.

3.8.10. La incorporación del fertilizante.

La fertilización la realizamos en base a los datos obtenidos mediante los cálculos realizados y tomando en cuenta el requerimiento del cultivo del maíz forrajero.

La fertilización del ensayo se realizó en 2 épocas, la primera fue en el momento de la siembra donde se aplicó el 40% de urea luego la segunda se la hizo al momento del

aporque donde se aplicó el 60% y haciendo la suma de las dos aplicaciones se hace el 100% de la aplicación del fertilizante.

Estas aplicaciones de fertilización con urea se realizaron tomando en cuenta a los resultados del análisis físico químico del suelo.

3.8.11. Cosecha.

Esta etapa se realizó previa verificación del estado reproductivo de la planta de maíz esté en un punto verdoso y cuando la mazorca de maíz este bien lechada, cuando la planta esté en su mayor valor nutritivo para obtener un buen ensilaje.

3.9. VARIABLES RESPUESTAS.

➤ **Altura de planta.**

Se seleccionaron y se marcaron 12 plantas de cada repetición y tratamiento del trabajo experimental, y con la ayuda de la cinta métrica de varios metros de longitud se procedió a medir en metros, la distancia desde el nivel del suelo hasta el nudo de la última hoja.

➤ **Altura de mazorca.**

Para esta variable se procedió a medir 12 plantas de cada repetición y tratamiento del trabajo experimental desde el suelo hasta la altura de la mazorca

➤ **El largo de hoja más grande.**

En esta variable se procedió a identificar la hoja más grande o larga de la planta y una vez identificada la hoja más larga se procedió a la medición de un extremo a otro en cm.

➤ **El ancho de hoja más grande.**

Para esta variable se procedió a medir la misma hoja más grande pero aquí medimos el ancho de la hoja en cm.

- **El tamaño de vaina más grande.**
En esta variable se procedió a medir la vaina más grande de la planta primeramente identificamos la vaina más grande que vendría a ser la vaina de la hoja más grande y medimos con cinta métrica en cm.
- **El largo de hoja más pequeña.**
En esta variable se procedió a identificar la hoja más pequeña de la planta y una vez identificada la hoja más pequeña se procedió a la medición de un extremo a otro en cm.
- **El ancho de hoja más pequeña.**
Para esta variable se procedió a medir la misma hoja más pequeña pero aquí medimos el ancho de la hoja en cm.
- **El tamaño de vaina más pequeña.**
En esta variable se procedió a medir la vaina más pequeña de la planta primeramente identificamos la vaina más pequeña que vendría a ser la vaina de la hoja más pequeña y medimos con cinta métrica en cm.
- **El número de hojas de cada planta.**
Para esta variable solo se procedió al conteo de la primera hoja de la base de la planta hasta la última hoja de la planta, es decir hasta la hoja bandera.
- **Diámetro del tallo de la planta.**
Para las medidas del diámetro del tallo de la planta se tomó una sola medición identificando la mitad de la planta para proceder a la medición en cm.
- **Peso de campo de la masa foliar en kg./parcela.**
Para esta variable se tuvo que cosechar 12 plantas al azar de los diferentes tratamientos para luego llevarlas a la balanza para su peso correspondiente, este peso se obtuvo kg.
- **Pesos o rendimientos totales de materia verde en toneladas por hectárea.**
En esta variable ya obtuvimos el peso o rendimiento por Tn/Ha, y obtuvimos un mejor rendimiento en el tratamiento N3D2 con 40.21 Tn. /Ha. Seguido del tratamiento N3D1 con 31.43 Tn/Ha y el de menor rendimiento fue en el tratamiento N1D1 con 15.66 Tn/Ha.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO EN LABORATORIO.

Según *Juscafresca (2003)* el cultivo del maíz se adapta a diversos tipos de suelos, los mejores rendimientos se obtienen en suelos francos profundos y con un buen drenaje. Según los resultados, del análisis físico del suelo realizado en el laboratorio de suelos y aguas de SEDAG tenemos los siguientes resultados.

4.1.1 Resultados físicos.

Cuadro N°8
Resultados físico de suelo.

RESULTADOS DEL LABORATORIO - ANALISIS FISICO							
Muestra	Identificación	Prof. (cm.)	Da(g/cc)	A%	L%	Y%	TEXTURA
Suelo	M-1	0-25	1.36	8.5	53.25	38.25	FYL
				FYL = Franco arcilloso limoso.			

FUENTE: Laboratorio de agua y suelos SEDAG

En análisis de las muestras correspondientes obtenidas en la comunidad de Lajas, como muestran los siguientes resultados: Profundidad (25cm) con una Densidad Aparente (1,36 m3) y Textura (Franco Arcilloso limoso), de acuerdo a estos análisis el suelo fue apto para la producción de maíz con buena profundidad y aireación en la misma.

4.1.2. Resultados químicos.

Según *Juscafresca (2003)* El maíz está adaptado a los suelos ácidos, cuyo pH este comprendido entre 6 a 8,5 por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materia orgánica a continuación se detallan los resultados químicos. Según los resultados, del análisis químico del suelo realizado en el laboratorio de suelos y aguas de SEDAG tenemos los siguientes resultados:

Cuadro N°9
Resultados químicos luego del análisis de laboratorio.

RESULTADOS DE LABORATORIO - ANALISIS QUIMICO					
Identificación	Prof.(cm.)	pH	K en meq. / 100g	M.O. %	P. ppm
M-1 (Suelo)	0-25	6.49	0.21	3.08	17.14

FUENTE: Laboratorio de agua y suelos SEDAG

De acuerdo a estos resultados del análisis

s químico, se tiene a una profundidad de 25 cm un pH 6,49 que puede considerarse un pH cerca de lo normal en un suelo, la interpretación de NPK se muestran en el cuadro siguiente:

4.1.2.1. Oferta del suelo.

Cuadro N° 10
Oferta del suelo en kg. De nutrimentos / Ha.

OFERTA DEL SUELO LUEGO DEL ANALISIS DE LABORATORIO			
Peso del suelo	Kg. N / Ha	Kg. de P2O5 / HA	Kg K2O / Ha.
2580000 Kg / Ha	104.72	133.45	279.2

FUENTE: Laboratorio de agua y suelos SEDAG

De acuerdo a los datos interpretados en el análisis se tiene, que el suelo cuenta con 104.72 kg de Nitrógeno, 133.45 kg de P2O5 y 279.2 Kg de K2O por hectárea.

4.2. FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN.

Los datos obtenidos anteriormente de contenido aprovechable en Kg/Ha de N, P2O5 y K2O, es lo que comúnmente se llama oferta del suelo, estos datos los relacionamos con el requerimiento del cultivo, lo cual con una previa diferencia nos dio el nivel de fertilización.

4.3. APOORTE DE FERTILIZACIÓN.

En base al requerimiento del cultivo del maíz obtenido (FAO-1995) es de 187Kg de Nitrógeno, 38 Kg de fosforo y 192 Kg Potasio por hectárea.

Cuadro N° 11
Aporte de fertilizante para el cultivo del maíz.

NUTRIENTES	N	P2O	K2O
REQ. CULTIVO DEL MAIZ Tm/Ha	187	38	192
OFERTA DE SUELO =	104.72	133.45	279.2
APORTE DE FERTILIZANTE	82.28	0	0

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se muestra, que se debe incorporar o aportar al suelo solamente una dosis de 82.28 Kg de nitrógeno por hectárea. Una vez que se realizó la diferencia, se tuvo que cubrir el aporte de fertilización con la adición de abono químico (urea). La fertilización se aplicó de acuerdo al diseño experimental. Las cantidades de fertilizantes aplicados se detallan a continuación.

Cuadro N° 12
Dosificación de fertilizantes a aplicar al cultivo del maíz.

DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES A APLICAR AL CULTIVO DEL MAÍZ.			
FERTILIZACION CON UREA.	Fertilizante/surco	Fertilizante/parcela	fertilizante/Ha
NIVEL 1 D1	72.72gr.	242.4 gr.	242.4 Kg/Ha
NIVEL 1 D2	96.96 gr.	242.4 gr.	242.4 Kg/ha
NIVEL 2 D1	77.11gr.	257.6 gr.	257.6 Kg/ha
NIVEL 2 D2	102.8gr.	257.6 gr.	257.6 Kg/ha
NIVEL 3 D1	86.52 gr.	288.4 gr.	288.4 Kg/ha
NIVEL 3 D2	115.36gr.	288.4 gr.	288.4 Kg/ha

FUENTE: Elaboración propia.

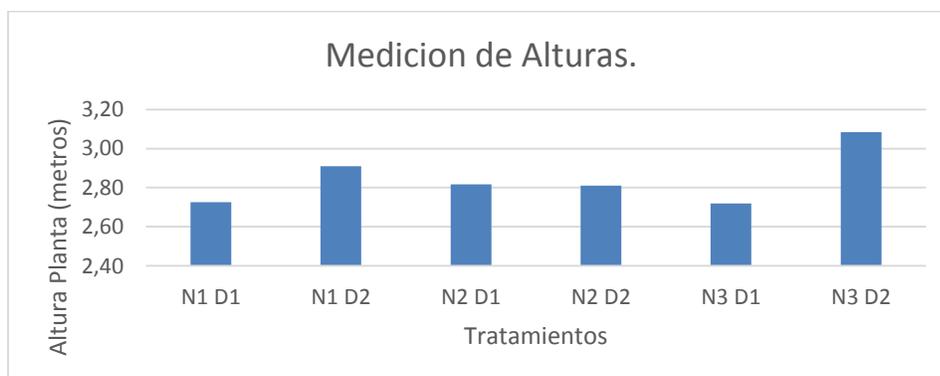
4.4. ALTURA DE PLANTAS

CUADRO N° 13
Altura de plantas (metros).

Tratamientos	Alturas de plantas			Σ	X
	I	II	III		
T1 = N1D1	2.6	2.85	2.73	8.18	2.73
T2 = N1D2	3.27	2.81	2.65	8.73	2.91
T3 = N2D1	2.75	2.98	2.72	8.45	2.81
T4 = N2D2	2.8	2.81	2.82	8.43	2.81
T5 = N3D1	2.84	2.61	2.71	8.16	2.72
T6 = N3D2	2.89	3.16	3.2	9.25	3.08
Total	17.15	17.22	16.83	51.2	

En el cuadro anterior (cuadro N°13) referentes a las alturas de las plantas se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor altura de planta con 3.08 m. seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una altura de 2.91 m. y el de menos altura fue el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con una altura de 2.72 m.

GRÁFICA N°2 Promedio de medición de alturas (metros).



En la gráfica N°2, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor altura de planta con 3.08 m. seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una altura de 2.91 m. y el de menos altura fue el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con una altura de 2.72 m.

En forma general las alturas de las plantas varían 3,08 a 2.72 m.

CUADRO N° 14
Interacción de Densidades y niveles de la altura de plantas

	Densidades y Niveles				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Promedio
D1	8.18	8.45	8.16	24.79	2.75
D2	8.73	8.43	9.25	26.41	2.93
Total	16.91	16.88	17.41	51.20	
Promedio	2.82	2.81	2.90		

En el cuadro anterior (Cuadro N°14) se tiene que la mejor altura de plantas en el la D2 con una altura de 2.93m., seguida de la D1 con una altura de 2.75m.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con una altura de 2.90m., y el nivel 2 con un menor crecimiento de 2.81m de altura de la planta.

CUADRO N° 15
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de alturas de plantas.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	0.64	0.04			
Tratamiento	5	0.27	0.05	1.35NS	5.6	3.3
Réplicas	2	0.01	0.003	0.08NS	7.6	4.1
F/A	2	0.03	0.015	0.40NS	7.6	4.1
F/B	1	0.14	0.14	3.78NS	10	4.5
FA/B	2	0.47	0.24	6.48*	7.6	4.1
Error	10	0.37	0.037			

Según el cuadro el cuadro N°15 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 16

Promedio de altura de plantas después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	3.08a
T2=N1D2	2.91ab
T3= N2D1	2.81c
T4= N2D2	2.81c
T1= N1D1	2.73d
T5= N3D1	2.72d

Esta variable luego de la realizar la prueba MDS, muestra que el mejor tratamiento fue el T6= N3D2 con 3.08 m. de altura, seguido por el T2= N1D2 con 2.91 m. de altura. A continuación los tratamientos T3= N2D2 con 2.81 m. de altura, T4= N2D2 con 2.81 m. de altura, y el T1= N1D1 con 2.73 m. de altura el más bajo fue el tratamiento T5= N3D1 con 2.72 m. de altura.

Según (Basantes, 2012 (tesis)); en un trabajo de investigación “Efecto de dos niveles de nitrógeno y dos niveles de fosforo en el rendimiento del cultivo de maíz var. Chillos, en el suelo franco-arcilloso limoso, sector solgolqui” menciona que utilizando diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fosforo (60 Kg. De N y 50 Kg. De P/ha tuvo un promedio de 148.93 cm de altura, con 120 Kg de N y 50 kg P/ha con 159.67 cm. De altura, 60 Kg de N. y 100 Kg de P/ha presentado 145.10 cm. De altura y 120 Kg. De n y 100 Kg. De P/ha mostro 152.50 cm. De altura en 133 días de evaluación los resultados que obtuvimos casi son similares.

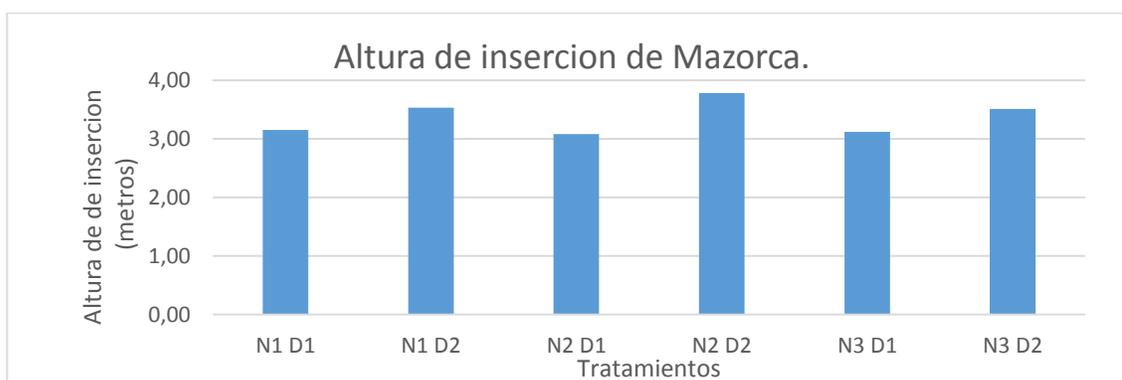
4.5. ALTURAS DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA (metros).

CUADRO N° 17
Alturas de inserción de mazorcas.

Alturas de inserción de mazorcas					
Tratamiento	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	1.11	1.06	0.98	3.15	1.05
T2= N1 D2	1.49	1.11	0.93	3.53	1.18
T3= N2 D1	0.94	1.13	0.01	2.08	0.69
T4= N2 D2	1.07	1.70	0.01	2.78	0.93
T5= N3 D1	1.13	0.90	1.09	3.12	1.04
T6= N3 D2	1.49	1.09	0.93	3.51	1.17
Total	7.23	6.99	5.95	18.17	

En el cuadro anterior (cuadro N°17) referentes a las alturas de inserción de mazorcas se tiene que el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 y densidad 2 tiene una mayor altura de inserción de la mazorca con 1.18 m. seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel1 densidad 2 con una altura de 1.17 m. y el de menos altura fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una altura de 0.69 m.

GRÁFICA N°3: Promedio de altura de inserción de mazorca.



En la gráfica N°3, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 y densidad 2 tiene una mayor altura de inserción de la mazorca con 1.18 m. seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel1 densidad 2 con una altura de 1.17 m. y el de menos altura fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una altura de 0.69 m.

En forma general las alturas de la inserción de la altura de la mazorca varían 1.18 a 0.69 m.

CUADRO N° 18
Interacción Densidades y niveles de las alturas de inserción de mazorca.
Densidades y niveles.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	3.15	2.08	3.12	8.35	0.92
D2	3.53	2.78	3.51	9.82	1.09
Total	6.68	4.86	6.63	18.17	
Promedio	1.11	0.81	1.11		

En el cuadro anterior (Cuadro N°18) se tiene que la mejor altura de la inserción de la mazorca es el la D2 con una altura de 1.09m., seguida de la D1 con una altura de 0.92m.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con una altura de 1.11m., y el nivel 2 con un menor crecimiento de 0.81m. de altura de inserción de la mazorca.

CUADRO N° 19

Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de alturas de inserción de la mazorca.

					Ft	
FC	GL	SC	CM	FC	1%	5%
Total	17	3.04	0.18			
Tratamiento	5	0.66	0.13	0.54NS	5.64	3.33
Réplicas	2	1.29	0.65	2.71NS	7.56	4.10
F/A	2	0.35	0.18	0.75NS	7.56	4.10
F/B	1	0.12	0.12	0.5NS	10	4.46
FA/B	2	2.57	1,3	5.38*	7.56	4.10
Error	10	2.38	0.24			

Según el cuadro el cuadro N°19 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferentes entre ellos.

CUADRO N° 20

Promedio de altura de inserción de la mazorca después del análisis de varianza.

Tratamientos	Medias
T2= N1D2	1.18a
T6= N3D2	1.17a
T1= N1D1	1.05b
T5= N3D1	1.04b
T4= N2D2	0.93c
T3= N2D1	0.69d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T2= N1D2 con 1.18m. De altura, seguido de los tratamientos T6= N3D2 con 1.17m. De altura, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 1.05m. De altura, seguido del

tratamiento T5= N3D1 con 1.04. De altura, mostrando como los más bajos a los tratamientos T4= N2D2 con 0.93m. De altura y el T3= N2D1 con 0.63m. De altura respectivamente.

Según (Valenzuela, 2013(tesis)) en un trabajo de investigación “respuesta del maíz a un programa de fertilización en base a los resultados químicos del suelo” los niveles utilizados fueron: T1 (140kg de N., 60kg. De P., 80kg de K/ha y 2 litros/Zn./ha). Demuestra que este tratamiento dio un promedio de 1.34m. De altura, el T2 (140kg de N., 40kg de P., 80 kg de K/ha y 1 litro/Zn/ha). Dio un promedio de 1.35 m. de altura, el T3 (140kg de N., 40kg de P., 60kg de K/ha y 1 litro /Zn/ha) con 1.33m. De altura, y por último el T4 con tan solo 70 Kg de N dio 1.06 m. de altura, con esto determina que a más alto nivel de fertilización, habrá más desarrollo de la planta.

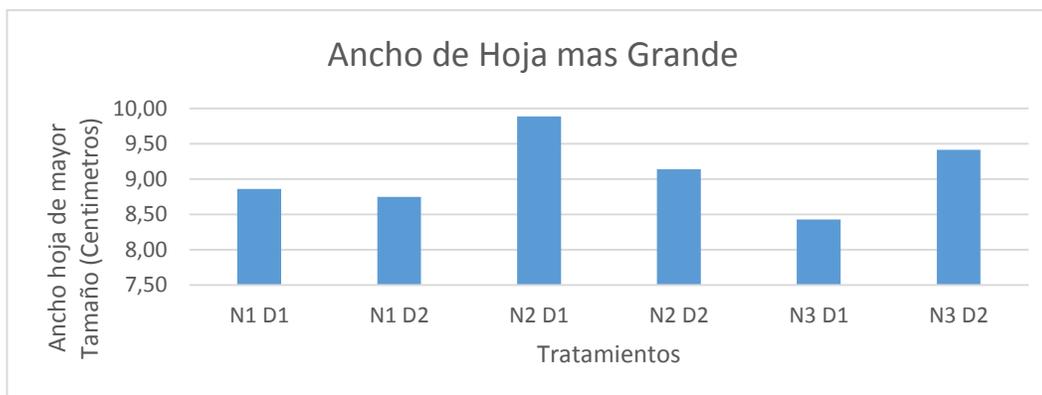
4.6. ANCHO DE HOJA MÁS GRANDE. (Centímetros).

CUADRO N° 21
Ancho de hoja más grande.

Ancho de Hoja más Grande					
Tratamiento	Replicas			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	7.92	9.58	9.08	26.58	8.86
T2= N1 D2	8.83	8.96	8.46	26.25	8.75
T3= N2 D1	8.29	12.04	9.33	29.66	9.89
T4= N2 D2	9.67	9.46	8.29	27.42	9.14
T5= N3 D1	9.21	8.04	8.04	25.29	8.43
T6= N3 D2	9.50	8.83	9.92	28.25	9.42
Total	53.42	56.91	53.12	163.45	

En el cuadro anterior (cuadro N°21) referente a la anchura de la hoja más grande se tiene que el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 y densidad 1 tiene una mayor anchura de la hoja más grande con 9.89 cm., seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 densidad 2 con una anchura de 9.42cm. Y el de menos anchura fue el tratamiento T2 (N1D1) nivel 1 densidad 2 con una altura de 8.75cm.

GRÁFICA N°4: promedio de ancho de hoja más grande



En la gráfica N°4, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 y densidad 1 tiene una mayor anchura de la hoja más grande con 9.89 cm., seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 densidad 2 con una anchura de 9.42cm. Y el de menos anchura fue el tratamiento T2 (N1D1) nivel 1 densidad 2 con una altura de 8.75cm.

En forma general la anchura de la hoja más grande varían 9.09 a 8.75 cm.

Cuadro N° 22
Interacción densidades y niveles de ancho de la hoja más grande.
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	26.58	29.66	25.29	81.53	9.06
D2	26.25	27.42	28.25	81.92	9.10
Total	52.83	57.08	53.54	163.45	
Promedio	8.81	9.51	8.92		

En el cuadro anterior (Cuadro N°22) se tiene que la anchura de la hoja más grande en el la D2 con una anchura de 9.10 cm., seguida de la D1 con una anchura de 9.06 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 2 con una anchura de 9.51cm., y el nivel 1 con una menor anchura de 8.81cm. De anchura de la hoja más grande.

CUADRO N° 23
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de la anchura de la hoja más grande.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	15.74	0.93			
Tratamiento	5	4.04	0.08	0.06NS	5.64	3.33
Réplicas	2	1.48	0.74	0.63NS	7.56	4.10
F/A	2	1,72	0.86	0.73NS	7.56	4.10
F/B	1	0.01	0.01	0.0008NS	10	4.46
FA/B	2	14.01	7.00	5.98*	7.56	4.10
Error	10	11.7	1.17			

Según el cuadro el cuadro N°23 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferentes entre ellos.

CUADRO N° 24
Promedio de ancho de hoja más grande después del análisis de varianza.

Tratamientos	Medias
T3= N2D1	9.89a
T6= N3D2	9.42ab
T4= N2D2	9.14b
T1= N1D1	8.86c
T2= N1D2	8.75d
T5= N3D1	8.43d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T3= N2D1 con 9.89cm. De ancho de la hoja, seguido de los tratamientos T6= N3D2 con 9.42cm. De ancho de la hoja, seguido del tratamiento T4= N2D2 con 9.14cm. De ancho de la hoja, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 8.86cm. De ancho de la hoja. , mostrando que los más bajos tratamientos son T2= N1D2 con 8.75 cm. De ancho de la hoja y el T5= N3D1 con 8.43cm. De ancho de la hoja más grande respectivamente.

4.7. ANCHO DE HOJA MÁS PEQUEÑA. (Centímetros)

CUADRO N° 25
Ancho de hoja más pequeña.

Tratamiento	Repeticiones.			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	4.67	6.04	5.71	16.42	5.47
T2= N1 D2	6.29	6.00	5.38	17.67	5.89
T3= N2 D1	4.96	5.71	5.71	16.38	5.46
T4= N2 D2	6.08	4.92	4.71	15.71	5.24
T5= N3 D1	6.17	4.83	4.50	15.50	5.17
T6= N3 D2	5.63	6.21	6.08	17.92	5.97
Total	33.80	33.71	32.09	99.60	

En el cuadro anterior (cuadro N°25) referente a la anchura de la hoja más pequeña se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor anchura de la hoja más pequeña con 5.97 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una anchura de 5.89 cm. Y el de menos anchura fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una anchura de 5.24 cm.

GRÁFICA N°5: Promedio de hoja más pequeña



En la gráfica N°5, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor anchura de la hoja más pequeña con 5.97 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una anchura de 5.89 cm. Y el de menos anchura fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una altura de 5.24 cm.

En forma general la anchura de la hoja más pequeña varían 5.97 a 5.24 cm.

CUADRO N° 26

Interacción Densidades y niveles de ancho de hoja de hoja más pequeña.

Densidades y Niveles					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	16.42	16.38	15.50	48.30	5.37
D2	17.67	15.71	17.92	51.30	5.70
Total	34.09	32.09	33.42	99.60	
Promedio	5.68	5.35	5.57		

En el cuadro anterior (Cuadro N°26) se tiene que la anchura de la hoja más pequeña en el la D2 con una anchura de 5.70 cm., seguida de la D1 con una anchura de 5.37 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 1 con una anchura de 5.68cm., y el nivel 2 con una menor anchura de 5.35cm. De anchura de la hoja más pequeña.

CUADRO N° 27
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de la anchura de la hoja más pequeña

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	6.33	0.37			
Tratamiento	5	1.66	0.33	0.70NS	5.64	3.33
Réplicas	2	0.31	0.16	0.34NS	7.56	4.10
F/A	2	0.34	0.17	0.36NS	7.56	4.10
F/B	1	0.5	0.5	0.10NS	10	4.46
FA/B	2	5.49	2.74	5.82*	7.56	4.10
Error	10	4.67	0.47			

Según el cuadro el cuadro N°27 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferentes entre ellos.

CUADRO N° 28
Promedio de ancho de la hoja más pequeña después del análisis de varianza.

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	5.97a
T2= N1D2	5.98b
T1= N1D1	5.47c
T3= N2D1	5.46c
T4= N2D2	5.24d
T3= N2D1	5.17d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 5.97cm. De ancho de la hoja, seguido de los tratamientos T2= N1D2 con 5.98cm. De ancho de la hoja, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 5.47cm. De ancho de la hoja, seguido del tratamiento T3= N2D1 con 5.46cm. De ancho de la hoja. , mostrando como más bajos a los tratamientos T4= N2D2 con 5.24 cm. De ancho de la hoja y el T3= N2D1 con 5.17cm. De ancho de la hoja más pequeña respectivamente.

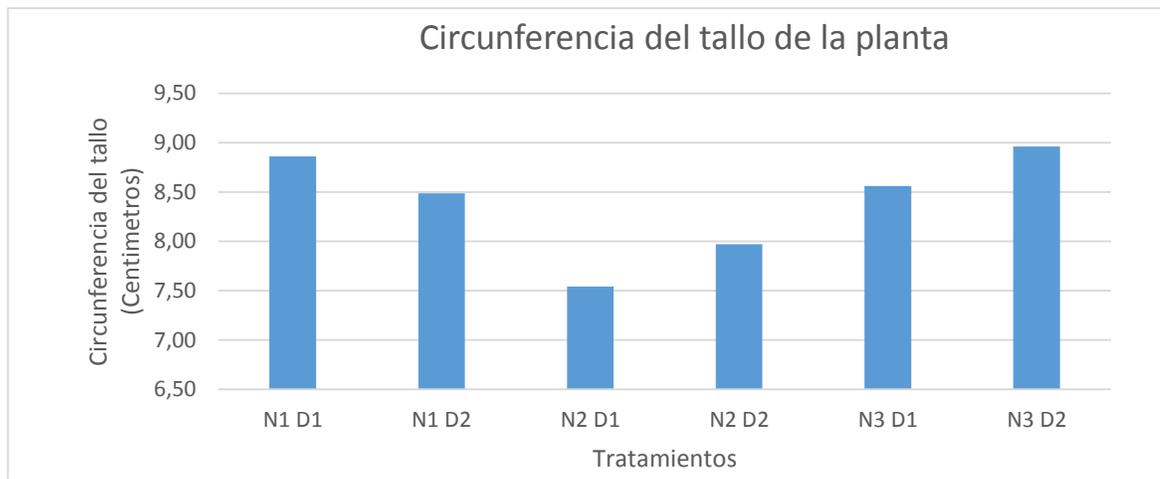
4.8. CIRCUNFERENCIA DEL TALLO DE LA PLANTA (centímetros).

CUADRO N° 29
Circunferencia del tallo de la planta.

Circunferencia del tallo de la planta					
Tratamiento	Replicas			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	8.33	9.46	8.79	26.58	8.86
T2= N1 D2	7.63	9.00	8.83	25.46	8.49
T3= N2 D1	7.42	7.13	8.08	22.63	7.54
T4= N2 D2	9.54	7.33	7.04	23.91	7.97
T5= N3 D1	9.13	8.42	8.13	25.68	8.56
T6= N3 D2	11.71	7.25	7.92	26.88	8.96
Total	53.76	48.59	48.79	151.14	

En el cuadro anterior (cuadro N°29) referente a la circunferencia del tallo de la planta se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor circunferencia de tallo con 8.96 cm., seguidamente el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con circunferencia de 8.86 cm. Y el de menos circunferencia fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una circunferencia de 7.54 cm.

GRÁFICA N°6: Promedio de circunferencia del tallo de la planta



En la gráfica N°6, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor circunferencia de tallo con 8.96 cm., seguidamente el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con circunferencia de 8.86 cm. Y el de menos circunferencia fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una circunferencia de 7.54 cm.

En forma general la circunferencias del tallo de la planta varían entre 8.86 a 7.54 cm.

CUADRO N° 30
Interacción Densidades y niveles de la circunferencia del tallo de la planta.
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	26.58	22.63	25.68	74.89	8.32
D2	25.46	23.91	26.88	76.25	8.47
Total	52.04	46.54	52.56	151.14	
Promedio	8.67	7.76	8.76		

En el cuadro anterior (Cuadro N°30) se tiene que la circunferencia del tallo de la planta en la D2 con una circunferencia de 8.47 cm., seguida de la D1 con circunferencia de 8.32 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con una circunferencia de 8.76 cm., y el nivel 2 con una menor circunferencia de 7.76 cm. de circunferencia del tallo de la planta.

CUADRO N° 31
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de la circunferencia del tallo de la planta.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	22.50	1.32			
Tratamiento	5	4.42	0.88	0.48NS	5.64	3.33
Réplicas	2	2.86	1.43	0.79NS	7.56	4.10
F/A	2	3.71	1.86	1.03NS	7.56	4.10
F/B	1	0.10	0.10	0.05NS	10	4.46
FA/B	2	18.69	9.34	5.18*	7.56	4.10
Error	10	18.08	1.80			

Según el cuadro el cuadro N°31 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 32

Promedio de circunferencia del tallo de la planta después del análisis de varianza.

Tratamientos	Medias
T2= N1D2	1.18a
T6= N3D2	1.17a
T1= N1D1	1.05b
T5= N3D1	1.04b
T4= N2D2	0.93c
T3= N2D1	0.69d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T2= N1D2 con 1.18cm. De circunferencia del tallo de la planta, seguido de los tratamientos T6= N3D2 con 1.17cm. De circunferencia del tallo de la planta, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 1.05cm. De circunferencia del tallo de la planta, seguido del tratamiento T5= N3D1 con 1.04cm. De circunferencia del tallo de la planta, mostrando a los más bajos a los tratamientos T4= N2D2 con 0.93 cm. De circunferencia del tallo de la planta y el T3= N2D1 con 0.69cm. De circunferencia del tallo de la planta respectivamente.

Según (Gandarillas, 2001(tesis),) en su trabajo de investigación “comparación de 2 variedades de maíz forrajero (Zea mays) aplicando fertilización orgánica en el valle central de Tarija” demuestra que los diámetros de los tallos no presentan diferencia significativas por el efecto de dos niveles de estiércol bovino, de igual manera con las variedades de maíz forrajero V1 (compuesto 20) y V2 (IBTA)-Erquis-4), los promedios del diámetro de tallo alcanza a V1 (compuesto. 20)= 1,48cm y para la variedad V2 (IBTA –Erquis-4) con 1.58 cm.

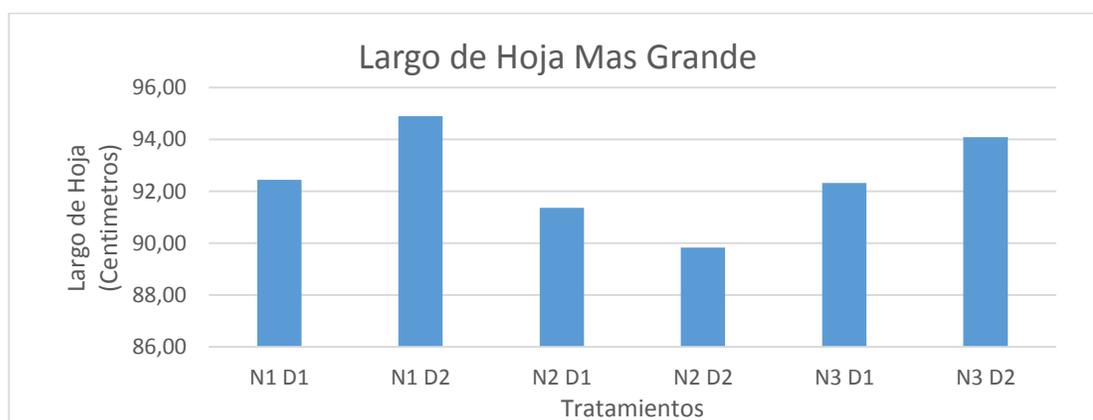
4.9. LARGO DE HOJA MÁS GRANDE (centímetros).

CUADRO N° 33
Largo de hoja más grande.

Largo de Hoja Mas Grande					
Tratamiento	Replicas			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	91.33	92.92	93.08	277.33	92.44
T2=N1 D2	101.00	90.42	93.29	284.71	94.90
T3= N2 D1	88.00	96.04	90.04	274.08	91.36
T4= N2 D2	94.50	90.92	84.08	269.50	89.83
T5= N3 D1	96.75	90.33	89.88	276.96	92.32
T6= N3 D2	87.04	97.79	97.42	282.25	94.08
Total	558.62	558.42	547.79	1664.83	

En el cuadro anterior (cuadro N°33) referente a lo largo de la hoja más grande se tiene que el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 y densidad 2 tiene una mayor longitud de hoja más grande con 94.90 cm., seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 densidad 2 con longitud de 94.08 cm. Y el de menos longitud fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una largura de 89.93 cm.

GRÁFICA N°7: Promedio de largo de hoja más grande.



En la gráfica N°7, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 y densidad 2 tiene una mayor longitud de hoja más grande con 94.90 cm., seguidamente el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 densidad 2 con longitud de 94.08 cm. Y el de menos longitud fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una largura de 89.93 cm.

En forma general el promedio de largo de hoja más grande de la planta varían entre 94.90 a 89.93 cm.

CUADRO N° 34
Interacción de Densidades y niveles de largo de hoja más grande.
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	277.33	274.08	276.96	828.37	92.04
D2	284.71	269.50	282.25	836.46	92.94
Total	562.04	543.58	559.21	1664.83	
Promedio	93.67	90.60	93.20		

En el cuadro anterior (Cuadro N°34) se tiene que la longitud de hoja más grande de la planta en la D2 con una longitud de 92.94 cm., seguida de la D1 con longitud de 92.04 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 1 con una longitud de 93.67 cm., y el nivel 2 con una menor longitud de 90.60 cm. De largo de la hoja más grande de la planta.

CUADRO N° 35

Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de hoja as grande.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	306.94	18.08			
Tratamiento	5	50.19	10.03	0.39NS	5.64	3.33
Réplicas	2	12.80	6.4	0.24NS	7.56	4.10
F/A	2	32.95	16.48	0.64NS	7.56	4.10
F/B	1	3.64	3.64	0.14NS	10	4.46
FA/B	2	270.35	135.18	5.26*	7.56	4.10
Error	10	256.75	25.68			

Según el cuadro el cuadro N°35 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 36

Promedio de largo de hoja más grande después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T2= N1D2	94.90a
T6= N3D2	94.08ab
T1= N1D1	92.44b
T5= N3D1	92.32c
T3= N2D1	91.36d
T4= N2D2	89.83d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T2= N1D2 con 9.90cm. De largo de la hoja más grande, seguido de los tratamientos T6= N3D2 con 94.08cm. De largo de la hoja más grande, seguido del tratamiento T1=

N1D1 con 92.44cm. De largo de la hoja más grande, seguido del tratamiento T5= N3D1 con 92.32cm. De largo de la hoja más grande, mostrando como los más bajos a los tratamientos T3= N2D1 con 91.36 cm. De largo de la hoja más grande y el T4= N2D2 con 89.83cm. De largo de la hoja más grande respectivamente.

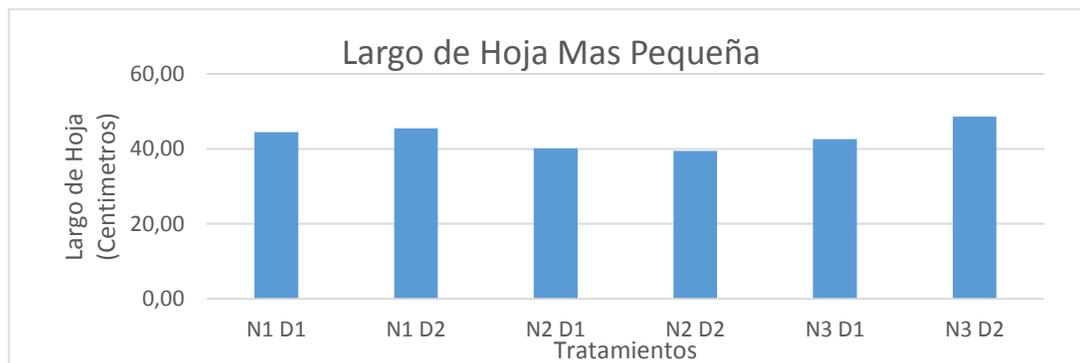
4.10. LARGO DE HOJA MÁS PEQUEÑA. (Centímetros)

CUADRO N° 37
Largo de hoja más pequeña

Tratamiento	Replicas			Σ	X
	I	II	III		
T1 = N1 D1	39.71	47.50	46.13	133.34	44.45
T2 = N1 D2	48.83	44.46	43.04	136.33	45.44
T3 = N2 D1	36.25	42.88	41.29	120.42	40.14
T4 = N2 D2	47.54	35.92	35.00	118.46	39.49
T5 = N3 D1	46.96	40.25	40.58	127.79	42.60
T6= N3 D2	44.79	52.00	49.17	145.96	48.65
Total	264.08	263.01	255.21	782.30	

En el cuadro anterior (cuadro N°37) referente a lo largo de la hoja más pequeña se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de hoja más pequeña con 48.65 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con longitud de 45.44 cm. Y el de menos longitud fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una longitud de 39.49 cm.

GRÁFICA N°8: Promedio de largo de hoja más pequeña.



En la gráfica N°8, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de hoja más pequeña con 48.65 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con longitud de 45.44 cm. Y el de menos longitud fue el tratamiento T4 (N2D2) nivel 2 densidad 2 con una longitud de 39.49 cm.

En forma general el promedio de largo de hoja más pequeña de la planta varían entre 48.65 a 39.49 cm.

CUADRO N° 38
Interacción de Densidades y niveles de ancho de hoja más pequeña.
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	133.34	120.42	127.79	381.55	42.39
D2	136.33	118.46	145.96	400.75	44.53
Total	269.67	238.88	273.75	782.30	
Promedio	44.95	39.81	45.63		

En el cuadro anterior (Cuadro N°38) se tiene que la longitud de hoja más pequeña de la planta en la D2 con una longitud de 44.53 cm., seguida de la D1 con longitud de 42.39 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con una longitud de 45.63 cm., y el nivel 2 con una menor longitud 39.81 cm., de largo de la hoja más pequeña de la planta.

CUADRO N° 39
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de hoja más pequeña.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	407.77	23.99			
Tratamiento	5	178.30	35.66	1.55NS	5.64	3.33
Réplicas	2	7.81	3.90	0.17NS	7.56	4.10
F/A	2	121.14	60.57	37.63NS	7.56	4.10
F/B	1	28.48	28.48	1.24NS	10	4.46
FA/B	2	265.79	132.89	5.79*	7.56	4.10
Error	10	229.47	22.94			

Según el cuadro el cuadro N°39 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 40
Promedio de largo de hoja más pequeña después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	48.65a
T2= N1D2	45.44b
T1= N1D1	44.45bc
T5= N3D1	42.60b
T3= N2D1	40.14d
T4= N2D2	39.49d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 48.65cm. De largo de la hoja más pequeña, seguido de los tratamientos T2= N1D2 con 45.44cm. De largo de la hoja más pequeña, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 44.45cm. De largo de la hoja más pequeña, seguido del tratamiento T5= N3D1 con 42.60cm. De largo de la hoja más pequeña, mostrando como los más bajos a los tratamientos T3= N2D1 con 40.14 cm. De largo de la hoja más pequeña y el T4= N2D2 con 39.49cm. De largo de la hoja más pequeña respectivamente.

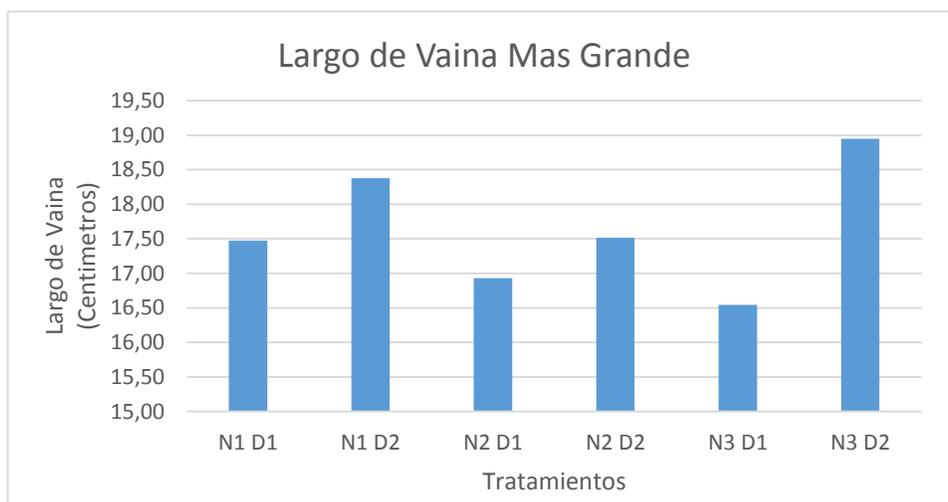
4.11. LARGO DE VAINA MÁS GRANDE. (Centímetros)

CUADRO N° 41
Largo de vaina más grande.

Largo de Vaina Mas Grande					
Tratamiento	Replicas			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	16	17.54	18.88	52.42	17.47
T2= N1 D2	20.54	17.67	16.92	55.13	18.38
T3= N2 D1	17.92	15.33	17.54	50.79	16.93
T4= N2 D2	17.79	16.63	18.13	52.55	17.52
T5= N3 D1	18.67	15.33	15.63	49.63	16.54
T6 N3 D2	17.42	20.63	18.79	56.84	18.95
Total	108.34	103.13	105.89	317.36	

En el cuadro anterior (cuadro N°41) referente al largo de vaina más grande se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de vaina más grande con 18.95 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una longitud vaina de 18.38 cm. Y el de menos longitud de vaina fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una longitud de vaina de 16.93 cm.

GRÁFICA N°9: promedio de vaina más grande.



En la gráfica N°9, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de vaina más grande con 18.95 cm., seguidamente el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con longitud vaina de 18.38 cm. Y el de menos longitud de vaina fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con una longitud de vaina de 16.93 cm.

En forma general los promedios de vaina más grande de la planta varían entre 18.95 a 16.93 cm.

CUADRO N° 42
Interacción densidades y niveles de largo de vaina más grande
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	52.42	50.79	49.63	152.84	16.98
D2	55.13	52.55	56.84	164.52	18.28
Total	107.55	103.34	106.47	317.36	
Promedio	17.93	17.22	17.75		

En el cuadro anterior (Cuadro N°42) se tiene que la longitud de vaina más grande de la planta es la D2 con una longitud de 18.28 cm., seguida de la D1 con una longitud de 16.98 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 1 con una longitud de vaina de 17.93 cm., y el nivel 2 con una menor longitud de vaina 17.22 cm. De largo de vaina más grande de la planta.

CUADRO N° 43
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) de largo de vaina más grande.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	40.62	2.38			
Tratamiento	5	12	2.4	0.84NS	5.64	3.33
Réplicas	2	2.26	1.13	0.39NS	7.56	4.10
F/A	2	1.59	0.79	0.27NS	7.56	4.10
F/B	1	7.58	7.58	2.65NS	10	4.46
FA/B	2	31.45	15.73	5.5*	7.56	4.10
Error	10	28.62	2.86			

Según el cuadro el cuadro N°43 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 44

Promedio de largo de vaina más grande después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	18.95a
T2= N1D2	18.38ab
T4= N2D2	17.52b
T1= N1D1	17.41c
T3= N2D1	16.93d
T5= N3D1	16.54d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 18.95cm. De largo vaina más grande, seguido de los tratamientos T2= N1D2 con 18.38cm. De largo de vaina más grande, seguido del tratamiento T4= N2D2 con 17.52cm. De largo de vaina más grande, seguido del tratamiento T1= N1D1 con 17.41cm. De largo de vaina más grande, mostrando a los más bajos a los tratamientos T3= N2D1 con 16.93 cm. De largo vaina más grande y el T5= N3D1 con 16.54 cm. De largo de vaina más grande respectivamente.

4.12. LARGO DE VAINA MAS PEQUEÑA. (Centímetros).

CUADRO N° 45

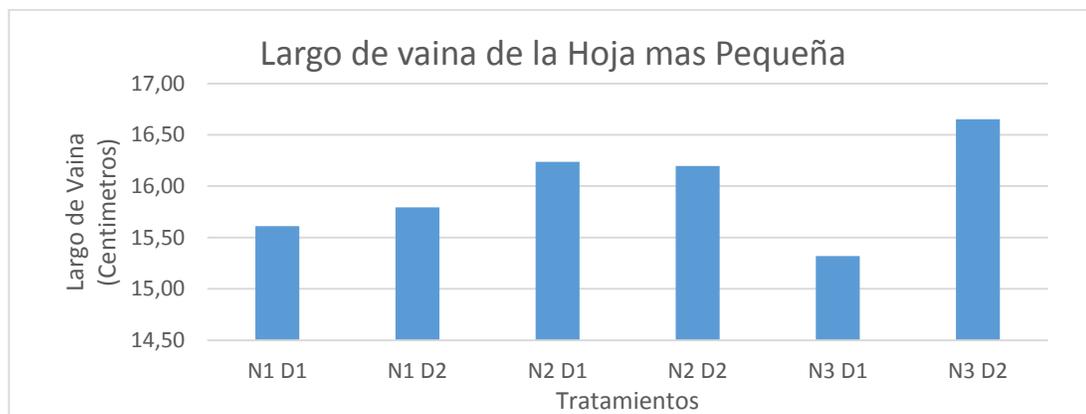
Largo de vaina más pequeña.

Largo de vaina de la Hoja más Pequeña					
Tratamiento	Réplicas			Σ	X
	I	II	III		
T1= N1 D1	14.54	15.96	16.33	46.83	15.61
T2= N1 D2	16.42	15.50	15.46	47.38	15.79
T3= N2 D1	16.38	17.29	15.04	48.71	16.24
T4= N2 D2	15.50	16.88	16.21	48.59	16.20
T5= N3 D1	16.54	14.54	14.88	45.96	15.32
T6= N3 D2	17.00	16.50	16.46	49.96	16.65
Total	96.38	96.67	94.38	287.43	

En el cuadro anterior (cuadro N°45) referente a lo largo de vaina más pequeña se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de

vaina más pequeña con 16.65 cm., seguidamente el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 una longitud vaina de 16.24 cm. Y el de menos longitud de vaina fue el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una longitud de vaina de 15.79 cm.

GRÁFICA N°10: Promedio de vaina más pequeña.



En la gráfica N°10, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene una mayor longitud de vaina más pequeña con 16.65 cm., seguidamente el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 una longitud de vaina de 16.24 cm. Y el de menos longitud de vaina fue el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con una longitud de vaina de 15.79 cm.

En forma general los promedios de vaina más pequeña de la planta varían de 16.65 a 15.79 cm.

CUADRO N° 46

**Interacción densidades y niveles de vaina más pequeña,
Densidades y Niveles**

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	46.83	48.71	45.96	141.50	15.72
D2	47.38	48.59	49.96	145.93	16.21
Total	94.21	97.30	95.92	287.43	
Promedio	15.70	16.22	15.99		

En el cuadro anterior (Cuadro N°46) se tiene que la longitud de vaina más pequeña de la planta en la D2 con una longitud de 16.21 cm., seguida de la D1 una longitud de 15.72 cm.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 2 con una longitud de vaina de 16.22 cm., y el nivel 1 con una menor longitud de vaina 15.70 cm. de largo de vaina más pequeña de la planta.

CUADRO N° 47
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) De largo de vaina más pequeña.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	11.87	0.69			
Tratamiento	5	3.52	0.70	0.84NS	5.64	3.33
Réplicas	2	0.54	0.26	0.31NS	7.56	4.10
F/A	2	0.8	0.4	0.48NS	7.56	4.10
F/B	1	1.09	1.09	1.31NS	10	4.46
FA/B	2	9.98	4.99	6.01*	7.56	4.10
Error	10	8.35	0.83			

Según el cuadro el cuadro N°47 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 48

Promedio de largo de vaina más pequeña después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	16.65a
T3= N2D1	16.24ab
T4= N2D2	16.20b
T2= N1D2	15.79c
T1= N1D1	15.61c
T5= N3D1	15.32d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 16.65 cm. de largo vaina más pequeña, seguido de los tratamientos T3= N2D1 con 16.24cm. De largo de vaina más pequeña, seguido del tratamiento T4= N2D2 con 16.20cm. De largo de vaina más pequeña, seguido del tratamiento T2= N1D2 con 15.79cm. De largo de vaina más pequeña, mostrando a los más bajos a los tratamientos T1= N1D1 con 15.61 cm. de largo vaina más pequeña y el T5= N3D1 con 15.32 cm. De largo de vaina más pequeña respectivamente.

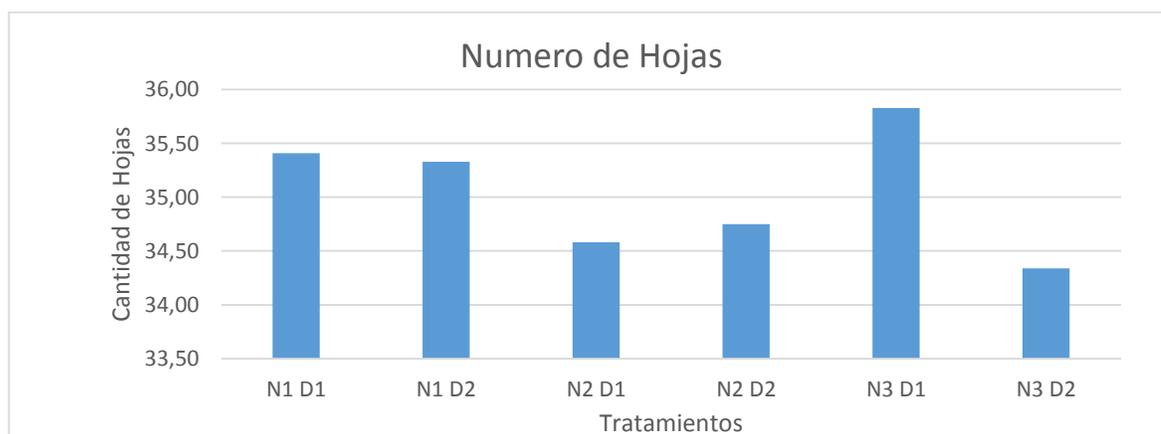
4.13. NUMEROS DE HOJAS.

CUADRO N° 49
Números de hojas.

Tratamiento	Réplicas			Σ	X
	1	2	3		
T1= N1 D1	12.50	11.58	11.33	35.41	11.80
T2= N1 D2	11.50	11.50	12.33	35.33	11.78
T3= N2 D1	11.50	11.25	11.83	34.58	11.53
T4= N2 D2	11.58	11.75	11.42	34.75	11.58
T5= N3 D1	11.08	12.67	12.08	35.83	11.94
T6= N3 D2	11.00	11.67	11.67	34.34	11.45
Total	69.16	70.42	70.66	210.24	

En el cuadro anterior (cuadro N°49) referente al número de hojas de la planta se tiene que el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 y densidad 1 tiene un mayor números de hojas con 11.94 hojas. Seguidamente el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con un numero de hojas de 11.80 hojas. Y el de menos número de hojas fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con un numero de hojas de 11.53 hojas.

GRÁFICA N°11: promedio de número de hojas.



En la gráfica N°11, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

Se tiene que el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 y densidad 1 tiene mayor números de hojas con 11.94 hojas. Seguidamente el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con un numero de hojas de 11.80 hojas. Y el de menos número de hojas fue el tratamiento T3 (N2D1) nivel 2 densidad 1 con un numero de hojas de 11.53.

En forma general el promedio en número de hojas de la planta varía entre 11.94 a 11.53 hojas.

CUADRO N° 50

Interacción densidades y niveles de número de hojas.

Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Prom.
D1	35.41	34.58	35.83	105.82	11.76
D2	35.33	34.75	34.34	104.42	11.60
Total	70.74	69.33	70.17	210.24	
Promedio	11.79	11.56	11.70		

En el cuadro anterior (Cuadro N°50) se tiene que el número de hojas de la planta en la D1 tiene un mayor número de hojas con 11.76 hojas., seguido de la D2 con un numero de hojas con 11.60

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 1 con un número de hojas de 11.79, y el de menor número de hojas fue el nivel 2 con un número de hojas de 11.56.

CUADRO N° 51
Cuadros medios del análisis de varianza (ANOVA) De números de hojas.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	3.58	0.21			
Tratamiento	5	0.55	0.11	0.36NS	5.64	3.33
Réplicas	2	0.22	0.11	0.36NS	7.56	4.10
F/A	2	0.17	0.08	0.26NS	7.56	4.10
F/B	1	0.11	0.11	0.36NS	10	4.46
FA/B	2	3.33	1.65	5.5*	7.56	4.10
Error	10	3.03	0.30			

Según el cuadro el cuadro N°51 de anova los resultados obtenidos sobre el número de hojas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, replicas, factor A (nivel), factor B (densidades).

En la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 52
Promedio de números de hojas después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T5= N3D1	11.94 a
T1= N1D1	11.80 b
T2= N1D2	11.78 c
T4= N2D2	11.58 b
T3= N2D1	11.53 d
T6= N3D2	11.45 d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T5= N3D1 con 11.94 número de hojas, seguido de los tratamientos T1= N1D1 con 11.80 número de hojas, seguido del tratamiento T2= N1D2 con 11.78 número de hojas,

seguido del tratamiento T4= N2D2 con 11.58 números de hojas, mostrando como los más bajos a los tratamientos T3= N2D1 con 11.53 números de hojas, y el T6= N3D2 con 11.45 número de hojas, respectivamente.

Según (Osorio, 2011(tesis,)) en su trabajo de investigación “ estudio del comportamiento de tres variedades de maíz (Zea mays) y dos densidades de siembra en la localidad de rosario del ingre (provincia Hernando Siles- Chuquisaca) demuestra que en los resultados del número de hojas totales, se obtuvo que los tratamientos que alcanzaron un mayor número de hojas son el tratamiento 4 (Iboperenda 28-36 y 0.50m), con 11,77 y el tratamiento 5 (Chiriguano y 0.40m), con un promedio de 11.73 y el tratamiento que tuvo menor número de hojas fue el tratamiento1 (Hibrido BM 810 y o.40m) con. 9.00 hojas

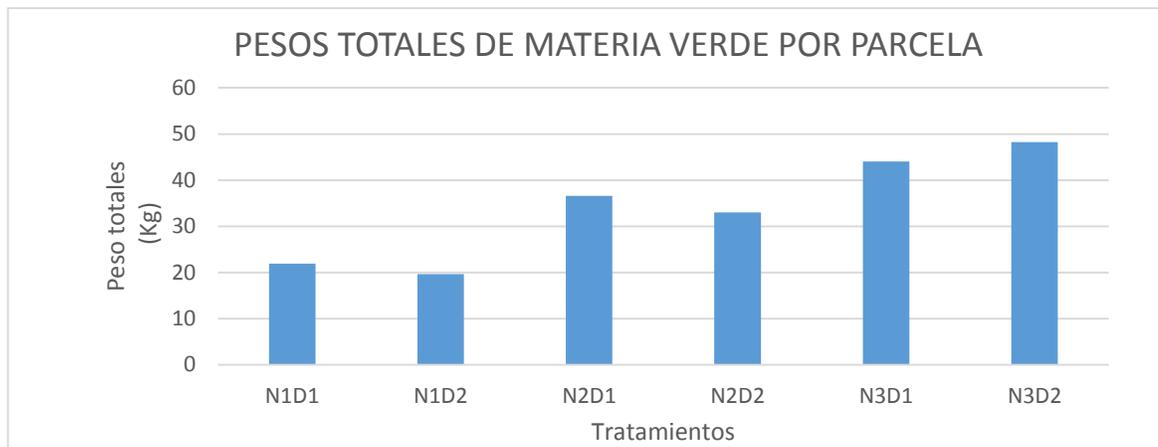
4.14. PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE POR PARCELA (Kg.)

CUADRO N° 53
Pesos totales de materia verde.

PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE EN KG POR PARCELA					
Tratamientos	Pesos totales de Materia Verde (Kg/Parcela)			total	promedio (Kg/Parcela)
	I	II	III		
T1= N1D1	19.12	24.05	22.62	65.78	21.93
T2= N1D2	21.48	21.43	15.93	58.84	19.61
T3= N2D1	32.83	39.31	37.58	109.71	36.57
T4= N2D2	30.27	34.43	34.43	99.12	33.04
T5= N3D1	43.69	44.17	44.17	132.02	44.01
T6= N3D2	44.98	50.14	49.62	144.74	48.25
total	192.36	213.52	204.34	610.21	
Promedio	32.06	35.59	34.06		

En el cuadro anterior (cuadro N°53) referente a los pesos totales de materia verde por parcela se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene un mayor peso en materia verde por parcela con 48.25Kg. Seguidamente el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con un peso de materia verde de 44.01 Kg. Y el de menos peso de materia verde fue el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con un peso de materia verde de 21.93Kg

GRÁFICA N°12: Promedio de pesos de materia verde en Kg. por parcela.



En la gráfica N°12, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

En los pesos totales de materia verde por parcela se tiene que el tratamiento T6 (N3D6) nivel 3 y densidad 6 tiene un mayor peso en materia verde por parcela con 48.25 Kg. Seguidamente el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con un peso de materia verde de 44.01 Kg. Y el de menos peso de materia verde fue el tratamiento T2 (N1D2) nivel 1 densidad 2 con un peso de materia verde de 19.21 Kg.

En forma general el promedio de pesos totales de materia verde por parcela en kg. Varía entre 48.25 Kg. a 19.21 kg por parcela.

CUADRO N° 54
Interacciones de Densidades y niveles de pesos totales en materia verde por parcela.

	Densidades y Niveles				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Promedio
D1	65.78	109.71	132.02	307.51	34.16
D2	58.84	99.12	144.74	302.7	33.63
Total	124.62	208.83	276.76	610.21	
Promedio	20.77	34.80	46.12		

En el cuadro anterior (Cuadro N°54) se tiene que el peso total de materia verde por parcela en la D1 con un mayor peso de materia verde con 34.16 kg., seguida de la D2 con un peso de materia verde con 33.63 Kg.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con un peso de materia verde de 46.12 Kg., y el de menor peso de materia verde fue el nivel 1 con un peso de materia verde de 20.77 Kg. De peso de materia verde por parcela

CUADRO N° 55

Cuadrados medios del análisis de varianza (ANOVA) De pesos totales de materia verde.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	2076.2	122.1			
Tratamiento	5	1989.9	398	46.11**	5.64	3.33
Réplicas	2	38.21	19.1	2.21NS	7.56	4.1
F/A	2	1936.3	968.1	112.18**	7.56	4.1
F/B	1	1.29	1.29	0.14NS	10	4.46
FA/B	2	138.67	69.33	8.03**	7.56	4.1
Error	10	86.28	8.63			

Según el cuadro el cuadro N°55 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre las réplicas y factor B (densidades).

En los tratamientos, factor A (niveles) y interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 56
Promedio de pesos totales de materia verde por parcela después del análisis de
varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	48.25 a
T5= N3D1	44.01 ab
T3= N2D1	36.57 b
T4= N2D2	33.04 c
T1= N1D1	21.93 d
T2= N1D2	19.6 d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 48.25 kg. De peso total de materia verde por parcela, seguido de los tratamientos T5= N3D1 con 44.01 kg. De peso total de materia verde por parcela, seguido del tratamiento T3= N2D1 con 36.57 kg. De peso total de materia verde por parcela, seguido del tratamiento T4= N2D2 con 33.04 kg. De peso total de materia verde por parcela, mostrando a los más bajos a los tratamientos T1= N1D1 con 21.93 kg. De peso total de materia verde por parcela y el T2= N1D2 con 19.6 kg. De peso total de materia verde por parcela respectivamente.

4.15. PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE EN TONELADAS POR HECTAREA

CUADRO N° 57

Pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea.

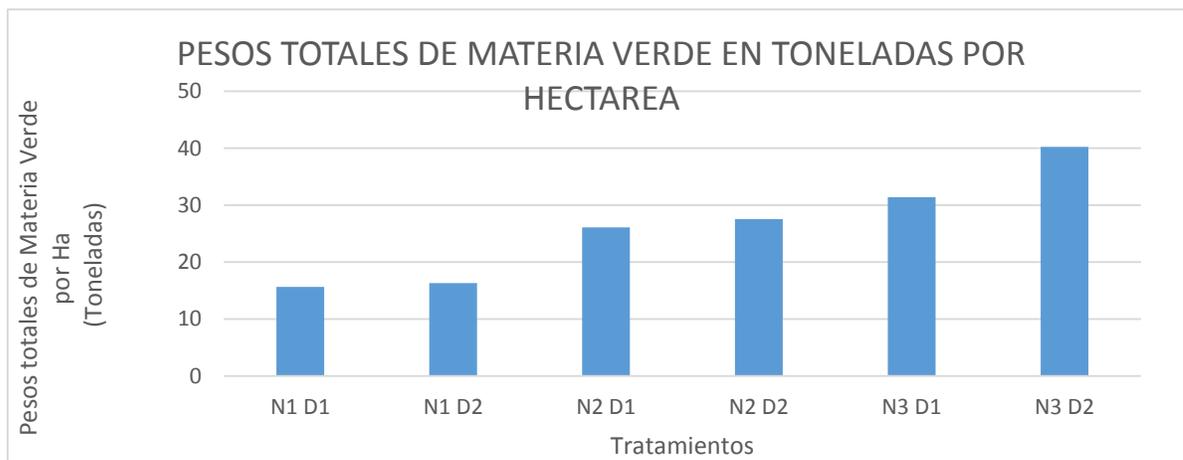
PESOS TOTALES DE MATERIA VERDE EN TONELADAS POR HECTAREA						
Tratamientos	Tamaño de Parcela (Ha)	Pesos totales de Materia Verde (Tn/Ha)			total	promedio (Tn/Ha)
		I	II	III		
T1= N1D1	1	13.66	17.18	16.15	46.99	15.66
T2= N1D2	1	17.90	17.86	13.27	49.03	16.34
T3= N2D1	1	23.45	28.08	26.84	78.37	26.12
T4= N2D2	1	25.22	28.69	28.69	82.60	27.53
T5= N3D1	1	31.21	31.55	31.55	94.30	31.43
T6= N3D2	1	37.48	41.78	41.35	120.62	40.21
total	1	148.91	165.13	157.86	471.90	
Promedio		24.82	27.52	26.31		

En el cuadro anterior (cuadro N°57) referente a los pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene un mayor peso en materia verde en toneladas por hectárea con 40.21 Tn. Seguidamente el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con un peso de materia verde en toneladas por hectárea con 31.43 Tn. Y el de menos peso de materia verde en toneladas por hectárea fue el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con un peso de materia verde en toneladas por hectárea con 15.66 Tn.

Peso total de materia verde:

$$= \frac{19.12Kg.}{14m^2} \times \frac{10000m^2}{1Ha} \times \frac{1Tn}{1000Kg.} \times \frac{191200Tn}{14000Ha.} = 13.66 \frac{Tn}{ha}$$

GRÁFICA N°13: Promedio de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea



En la gráfica N°13, se muestra las diferencias que existen entre los niveles y densidades tomando en cuenta las medias de los tratamientos:

En los pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2 tiene un mayor peso en materia verde en toneladas por hectárea con 40.21 Tn. Seguidamente el tratamiento T5 (N3D1) nivel 3 densidad 1 con un peso de materia verde en toneladas por hectárea con 31.43 Tn. Y el de menos peso de materia verde en toneladas por hectárea fue el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 densidad 1 con un peso de materia verde en toneladas por hectárea con 15.66 Tn.

En forma general el promedio de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea. Varía de entre 40.21 Tn. a 15.66 Tn. Por hectárea.

CUADRO N° 58
Interacción Densidades y niveles de pesos totales de materia verde por Ha
Densidades y Niveles

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total	Promedio
D1	46.99	78.37	94.30	219.66	24.41
D2	49.03	82.60	120.62	252.25	28.02
Total	96.02	160.97	214.92	256.91	
Promedio	16.00	26.83	35.82		

En el cuadro anterior (Cuadro N°58) se tiene que el peso total de materia verde en toneladas por hectárea en la D2 con un mayor peso de materia verde con 28.02 Tn., seguida de la D1 con un peso de materia verde en toneladas por hectárea con 24.41 Tn.

De acuerdo a los niveles de fertilización que se utilizó el mejor nivel fue el nivel 3 con un peso de materia verde de 35.82Tn., y el de menor peso de materia verde fue el nivel 1 con un peso de materia verde de 16.00 Tn. De peso de materia verde en toneladas por hectárea.

CUADRO N° 59
Cuadrados medios del análisis de varianza (ANOVA) De pesos totales de materia verde en Tn/Ha.

FC	GL	SC	CM	FC	Ft	
					1%	5%
Total	17	1352.46	79.55			
Tratamiento	5	1301.11	260.22	50.62**	5.64	3.33
Replicas	2	21.99	10.99	2.13NS	7.56	4.10
F/A	2	1181.98	590.99	114.97**	7.56	4.10
F/B	1	59.53	59.53	11.58**	10	4.46
FA/B	2	110.95	55.47	10.79**	7.56	4.10
Error	10	51.35	5.14			

Según el cuadro el cuadro N°59 de anova los resultados obtenidos sobre la altura de las plantas con los 3 niveles de fertilización y 2 densidades de siembra indican:

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre las replicas.

En los tratamiento, factor A (niveles), En el factor B (densidades) y la interacción AB (niveles y densidades) es significativamente diferente por tanto hay diferencias entre ellos.

CUADRO N° 60
Promedio de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea después del análisis de varianza

Tratamientos	Medias
T6= N3D2	40.21 a
T5= N3D1	31.43 ab
T4= N2D2	27.53 b
T3= N2D1	26.34 c
T2= N1D2	16.14 d
T1= N1D1	15.66 d

Después de realizar los resultados, se muestra que el mejor tratamiento fue T6= N3D2 con 40.21Tn. de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea, seguido de los tratamientos T5= N3D1 con 31.43 Tn. de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea, seguido del tratamiento T4= N2D2 con 27.53 Tn. de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea, seguido del tratamiento T3= N2D1 con 26.34 Tn. de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea, los tratamientos más bajos fueron: T2= N1D2 con 16.14 Tn. de pesos totales de materia verde en toneladas por hectárea y el T1= N1D1 con 15.66 Tn. de pesos totales de materia verde por toneladas respectivamente.

Según el trabajo de tesis de tesis de Mercado, E.et al 2004 en la Rep. Dominicana han estudiado 3 variedades de maíz forrajero, en tres niveles de fertilización nitrogenada

con tres densidades de siembra habiéndose obtenido un rendimiento de 51.75 Tn/Ha de materia verde vs 46 Tn/ha con el testigo.

Demostrándose que el maíz al igual que otras gramíneas es una planta que responde muy bien a la fertilización nitrogenada y, consiguiendo a la ganancia de peso de materia verde.

4.16.- RELACIÓN BENEFICIO/ COSTO.

CUADRO N° 61
Cuadro Beneficio/ costo

De acuerdo al análisis de beneficio costo se tiene que:

TRATAMIENTOS	COSTOS (Bs)	INGRESOS (Bs)	B/C
T1= N1D1	6810	7831.5	1.15
T2= N1D2	6810	8172	1.2
T3= N2D1	7060	13061	1.85
T4= N2D2	7060	13767	1.95
T5= N3 D1	7310	15716.5	2.15
T6= N3D2	7310	20102.5	2.75

FUENTE: Elaboración propia

El mejor beneficio costo es el tratamiento T6= N3D2 (con nivel 3 y densidad 2) obteniendo un B/C de 2.75, le siguen el tratamiento T5= N3D1 (con nivel 3 y densidad 1) con un B/C de 2.15, tratamiento T4= N2D2 (nivel 2 y densidad 2) con un B/C de 1.95, tratamiento T3= N2D1 (nivel 2 y densidad 1) con un B/C de 1.85 y los tratamientos más bajos el tratamiento T2= N1D2 (nivel 1 y densidad 2) con un B/C de 1.2 y el tratamiento T1= N1D1 (nivel 1 y densidad 1) con un B/C de 1.15 respectivamente

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• 5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados logrados y considerando al Objetivo General y a los Objetivos Específicos propuestos para este trabajo de investigación, se procedió a dar las, siguientes conclusiones:

- En cuanto a los niveles de fertilización con urea aunque son significativamente diferentes en materia verde se recomienda utilizar el nivel 3 ya que fue el nivel más alto 206-00-00 (447 kg de urea/Ha).ya que obtuvimos un peso de materia verde de 35.82Tn/ha
- La mejor densidad del peso en materia verde es la D2 (0.80 x 0.50 m), ya que se llegó a obtener un peso de materia verde de 28.02 Tn/ha., significativamente superior a la D1 (=0,70 x =0.50 m) con 24.41 Tn/ha.
- En los rendimientos en peso de materia verde referentes a la interacción densidad y niveles se tiene que el tratamiento T6 (N3D2) nivel 3 y densidad 2, tiene un mayor peso con 40.21 Tn/ha Es el mayor peso de materia verde, y el de menor peso es el tratamiento T1 (N1D1) nivel 1 y densidad 1 con 15.66 Tn/Ha.
- Se estima que los mejores beneficio costo corresponde a los siguientes tratamientos T6= N3D2 (con nivel 3 y densidad 2) obteniendo un B/C de 2.75, le siguen el tratamiento T5= N3D1 (con nivel 3 y densidad 1) con un B/C de 2.15, tratamiento T4= N2D2 (nivel 2 y densidad 2) con un B/C de 1.95, tratamiento T3= N2D1 (nivel 2 y densidad 1) con un B/C de 1.85 y los tratamiento más bajos el tratamiento T2= N1D2 (nivel 1 y densidad 2) con un B/C de 1.2 y el tratamiento T1= N1D1 (nivel 1 y densidad 1) con un B/C de 1.15 respectivamente

5.2. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación se presenta las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar la variedad de maíz compuesto 20 con el nivel 3 de fertilización de 206-00-00 (447 kg de urea/Ha).ya que se obtuvo un mejor peso de materia verde de 35.82Tn/ha.
- En cuanto a la densidad de siembra se recomienda utilizar la densidad 2 donde se empleó 0,80 cm. De surco a surco y 0.50 cm de planta a planta obteniendo un peso mayor de materia verde con 28.02 Tn/ha.
- En cuanto a la interacción de los niveles de fertilización y las densidades de siembra se recomienda utilizar el tratamiento 6 con nivel 3 y densidad 2 (T6= N3D2) donde se logró obtener un mayor peso de materia verde con 40.21 Tn/Ha
- Según el beneficio costo obtenido en la investigación recomendamos utilizar el tratamiento T6= N3D2 ya que fue donde se obtuvo el mayor B/C con 2.75