

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 El maíz

1.1.1 Origen y generalidades

El maíz (*Zea Mays*) es una planta gramínea anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz.

Su nombre científico proviene del griego *Zeo*, que significa vivir y de la palabra *Mays*, palabra que los nativos del Caribe, llamados Taínos, utilizaban para nombrar al grano.

El maíz es llamado de diferentes maneras, dependiendo del país y de la cultura. En América es conocido como elote, choclo, jojoto, Sara o zara. En las diferentes regiones de España es llamado danza, millo, mijo, panizo, borona.

El lugar de origen del maíz se ubica en el Municipio de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, Estado de Puebla, en el centro de México. Este valle se caracteriza por la sequedad de su clima, con un promedio anual de lluvia muy reducido; alberga principalmente especies vegetales y animales propias de tierra caliente y seca. La región cuenta con numerosos endemismos, lo que la convierte un territorio “único”.

El antropólogo estadounidense Richard Stockton, encontró restos arqueológicos de plantas de maíz, que se estima de hace aproximadamente ocho milenios. Indicios de los procesos que llevaron al pueblo nativo de este valle a dominar el cultivo de este cereal, que hoy en día es de vital importancia para el mundo, han sido encontrados en la cueva de Coxcatlán, Ajalpan y otros sitios de la zona. Esto fue posible gracias a las condiciones tan secas del clima de Tehuacán, que impidieron la descomposición de los xilotos (maíz tierno) de los primeros maíces cultivados en la zona.

Actualmente el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos como animales. Es además materia prima indispensable en la fabricación de productos alimenticios, farmacéuticos y de uso industrial. Los granos, las hojas, las

flores y los tallos, es aprovechado para la fabricación de multitud de productos: almidón, aceite comestible, bebidas alcohólicas, papel, edulcorante alimenticio, pegamentos, cosméticos, forraje, levaduras, jabones, antibióticos, caramelos, plásticos e incluso, desde hace poco, se emplea como combustible alternativo a la gasolina, más económico y menos contaminante.

1.1.2 Características generales del maíz

1.1.2.1 Desarrollo de la planta y ciclo del cultivo

El desarrollo del cultivo consiste en una sucesión obligatoria de etapas o fases dadas en un orden riguroso e irreversible, correspondiendo a la iniciación de órganos nuevos, es un fenómeno puramente cualitativo. Este ciclo comprende dos etapas bien definidas: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo. Las seis divisiones de los estados reproductivos están designadas en el cuadro 1 (Rojas, 2008).

Cuadro 1. Estadios reproductivos y vegetativos de una planta de maíz

Estadios vegetativos
VE emergencia: El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.
V1 primera hoja: Es visible el cuello de la primera hoja.
V2 segunda hoja: Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn: Es visible el cuello de la hoja “n” (n es el igual al número definitivo de las hojas que tiene la planta), generalmente fluctúan entre 16-22 hojas.
VT: Es completamente visible la última rama de la panícula.
Estadios reproductivos
R0: Floración masculina, el polen se comienza a arrojar.

R1: Son visibles los estigmas.
R2: Etapa de ampolla, los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3: Etapa lechosa, los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4: Etapa masosa, los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5: Etapa dentada, la parte superior de los granos se llenan con almidón sólido.
R6: Madures fisiológica, la humedad del grano es generalmente de alrededor de 35%.

Fuente: CIMMYT, 2010

1.1.3 Descripción botánica

El maíz es una planta de crecimiento anual, el ciclo vegetativo es muy amplio dependiendo de la variedad y de las condiciones del cultivo pueden variar de 80 a 200 días desde la siembra hasta la cosecha (PARKER, 2000).

1.1.3.1 La raíz:

El sistema radicular es fasciculado, constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y terciarias que terminan en los pelos radiculares, en donde se presenta la máxima absorción del agua y de los nutrientes del suelo. La planta puede generar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo.

1.1.3.2 El tallo:

Se origina en la plúmula del embrión; es cilíndrico, formados por nudos y entrenudos. El número es variable, pero la mayoría tiene entre 12 y 15 entrenudos. La altura también depende de la variedad y las condiciones climáticas de la región. La mayoría de plantas son de un solo tallo con una longitud entre 0,8m y 3,5 m.

1.1.3.3 Las hojas:

Son variables y anchas; comúnmente se encuentran plantas de 13 a 20 hojas. Al inicio su crecimiento son el ápice y luego crece en todos los sentidos hasta alcanzar la forma característica.

1.1.3.4 La flor:

Las flores son de dos tipos en la planta: las está minadas, que se distribuye en las ramas de la inflorescencia, llamada espiga; y las flores pistiladas, que se encuentran en una inflorescencia con soporte central llamado tusa; estas flores después de la fecundación forman granos tiernos y lechosos, convirtiéndose en la mazorca.

1.1.3.5 El fruto:

Es una cariósipide o grano, constituido por el pericarpio, capa de células de aleurona, endospermo y el embrión.

1.1.3.6 El grano:

El grano se dispone en hileras longitudinales y hay varios cientos en una mazorca. El grano se inserta a la mazorca por el pedúnculo de la flor.

El grano posee un número de líneas por mazorca de 10 a 22. Un número por línea de 18 a 42. El color del grano de maíz es muy variado pero el más común es amarillo al igual que su forma que puede ser prismática, ovoidal, liso, picudo, el grano está formado por las siguientes partes:

a) Pericarpio:

Protege la semilla antes y después de ser sembrada impidiendo la entrada de hongos. La lesión en la cubierta puede inutilizar la semilla

b) Endospermo amiláceo:

Es la reserva alimenticia del grano, está compuesto por un 90% de almidón, 7% de proteína y el resto son aceites minerales. La función principal consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien desarrolladas y

las hojas puedan elaborar sustancias energéticas en cantidad suficientes para satisfacer sus necesidades, en el endospermo, las proteínas conforman una matriz córnea en cuyo interior se hallan los gránulos de almidón.

c) Embrión:

Está formado por el eje embrionario y por el escutelo. El eje embrionario está formado por la plúmula (esbozo de 4-5 hojas) y radícula. El escutelo corresponde al cotiledón (Pavón 2007)

1.1.4 Clasificación sistemática

El maíz o *Zea mays* es un cereal una planta monocotiledónea pariente de la familia gramínea

TAXONOMÍA

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Subdivisión: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotyledonae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Nombre científico: *Zea mays* L

Nombre común: Maíz

Fuente: (Herbario universitario (2020))

1.1.5 PRODUCCIÓN DE MAÍZ

1.1.5.1 Producción de maíz, en el contexto internacional

El maíz es el grano más producido y consumido en el mundo. Tomando como referencia la media de las últimas cinco temporadas de la producción de arroz, maíz, soja y trigo, este cereal representó el 39.02% es decir, 911,4 millones de toneladas (cas 2014).

1.1.5.2 Producción del maíz en Bolivia

El maíz se constituye en uno de los principales cultivos de Bolivia y una fuente de alimentación básica para las poblaciones especialmente ubicadas en las zonas de los Valles y Trópicos.

Además, el cultivo constituye la principal fuente de energía para la producción animal, especialmente la producción de aves, ganado porcino y ganado bovino. Esto hace que se considere al maíz por su valor estratégico no solamente para el consumo directo, sino principalmente en el desarrollo de la actividad pecuaria del país.

Se consideran principalmente dos tipos de maíz: el maíz amarillo duro y dentado que se utiliza para la alimentación animal, y el maíz blando que es predominantemente de consumo humano.

Por la importancia que representa este cereal en la dieta alimenticia de las personas y animales, es considerado un cultivo estratégico para el sector agropecuario, priorizado según Ley N° 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria.

Sin embargo, otros cultivos han merecido mayor preferencia de parte los productores. En la campaña 2013/14 el maíz ocupa un 10,7% de la superficie cultivada total, en comparación con la soja que ocupa el 35,6%. Este comportamiento muestra que pese a la importancia alimentaria que tienen los cereales y en particular el maíz en la alimentación humana y animal, son sustituidos por otros cultivos más rentables como las oleaginosas en particular la soja.

La producción de maíz se encuentra distribuida en todo Bolivia, siendo un cultivo importante en las regiones de los Valles, Trópico y Chaco de los Departamentos de Cochabamba, Potosí, La Paz, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. Con excepción de Oruro donde se han encontrado áreas muy pequeñas de producción en zonas con micro clima de la Cordillera Oriental y cercanas al salar de Coipasa, normalmente dedicadas para auto consumo.

Bolivia tiene una importante diversidad en maíces, produce maíces blandos – choclo en las regiones de los Valles, y maíces duros en las regiones del Trópico y Chaco. (cas 2014)

1.1.6 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

1.1.6.1 Temperatura

Bonilla (2009), señala que el maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Para la germinación, la temperatura media diurna mínima debe estar a no menos de 12 °C, siendo la óptima entre los 18 y 20 °C.

El mismo autor indica que para su crecimiento el maíz requiere pleno sol, en cuanto a la floración el maíz es una planta que acelera su floración en días cortos, con 11 a 14 horas de luz por día.

Cuadro 2. Temperatura mínima, máxima y óptima requerida por el cultivo del maíz para una adecuada producción

Etapa/temperatura	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	12 °C	40 °C	20 a 25 °C
Crecimiento	15 °C	40 °C	20 a 30 °C
Floración	20 °C	30 °C	21 a 30 °C

Fuente: (CIMMYT, 2014)

1.1.6.2 Precipitación

La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia son factores importantes en la producción de maíz. El calor y la sequía durante el periodo de polinización, a menudo causan la desecación del tejido foliar y la formación deficiente del grano.

En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuidos durante el ciclo de cultivo. Sin embargo, aún esa cantidad de lluvia no es suficiente. (Díaz, 2012).

1.1.6.3 Exigencias en suelos

PH. -

Según INFOAGRO (2007), el maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelos, pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan.

Al respecto el INIA (2009), indica que, en cuanto a texturas, lo óptimo son suelos de texturas medias (franco). Sin embargo, el cultivo tolera texturas que varían de moderadamente gruesas (franco arenosas) a finas (arcillosas). El grado de acidez o alcalinidad, denominado pH, varía de 5,6 (medianamente ácido) a 8,4 (moderadamente alcalino), siendo óptimo un pH de 5,6 a 6,5.

SALINIDAD

Tolera la salinidad siempre y cuando este no sea mayor a 7 mmho /cm este cultivo se considera moderadamente a la salinidad Benacho (1984)

1.1.6.4 Riegos

El maíz 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 pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 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 humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

Cuadro 3. En el siguiente recuadro se presentan las dosis de riego más convenientes para el cultivo del maíz (en riego localizado)

semana	estado	nº riegos	m ³
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

Fuentes: infoagro

1.1.7 PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE MAÍZ

1.1.7.1 Preparación del terreno

Para siembra convencional se recomienda efectuar una labor de arado al terreno para que quede suelto y sea capaz de captar el agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso, sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.

La profundidad de arado debe ser de 30 a 40 cm; en las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros). Preparar el suelo con un pase de arado, rastrada y surcada parece ser lo más habitual. En zonas donde se siembra con labranza reducida, rozar el terreno y luego de las primeras lluvias aplicar el herbicida y proceder a la siembra (INIA, 2015).

1.1.7.2 Siembra

El INIAF (2014), indica que antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas, se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12 °C. Se siembra a una profundidad de 5 cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o en surcos. La densidad y el marco de plantación para el maíz es de 80 x 25 cm., lo cual nos dará una densidad de 50,000 plantas/ha, pero a la hora de realizar la siembra conviene incrementar la semilla en un 12 % por las pérdidas que se puedan producir, por lo que la dosis de siembra para conseguir esa densidad es de unos 20 kg/ha de semilla.

1.1.7.3 Control de malezas

El maíz es muy susceptible a la competencia de las malezas por lo que es indispensable mantener libre de ellas, especialmente durante los primeros 35 o días después de la siembra. Las malezas además de competir por nutrientes, agua-luz y espacio vital con la planta útil, son hospederas de enfermedades e insectos plagas. Inmediatamente luego del sembrado se aplica productos a base de Nicosulfuron 100 ml/20 lt y 2,4D 70 ml/20 lt de acuerdo a la incidencia de malezas, También se aplica un producto a base de enzoato insecticida para el gusano cogollero en una dosis de 10 gr/20 lt. (INIAF 2009).

1.1.7.4 Control de plagas

a) Control físico

Sobre algunos insectos plagas del maíz resulta satisfactorio si se utiliza en forma armónica, el agua, las trampas de luz, el uso de colores preferidos por los insectos y el sonido, los mismos desempeñan un papel importante para reducir la población de los insectos dañinos del maíz. Una trampa de luz negra fosforescente puede capturar miles de insecto en un corto periodo.

Debemos usar todas las herramientas las cuales están disponibles para evitar la posibilidad del daño, una manera de evitar este daño es mediante el uso de cultivos de trampa.

b) Control químico

Para decidir la aplicación de un insecticida se debe considerar la población de la plaga y el nivel de daño que presenta el cultivo (Umbral económico), una recomendación general necesaria para proteger la planta de maíz a la acción dañina de los insectos del suelo y del ataque temprano del gusano cogollero (EL HUERTO, 2006).

1.1.7.5 Cosecha

Esta actividad se debe realizar cuando el maíz alcanza la madurez fisiológica. Un buen indicador de esta fase es la presencia de la capa negra del grano en el punto de inserción del grano en el choclo. Es en este momento que la calidad del grano está en su punto máximo; de aquí en adelante tiende a disminuir a una tasa que depende de la forma en que sea manejado. En nuestro medio, el agricultor dobla la planta de maíz para reducir la humedad del grano, llevándolo hasta porcentajes de humedad que permitan el desgrane y almacenamiento sin causar deterioro en su calidad. En la mayoría de los casos, el maíz se deja doblado en el campo por más tiempo, especialmente cuando el clima favorece el secado de grano todavía en la planta. Por lo general, la dobla se puede realizar entre los 110 a 115 días del cultivo. Guía técnica el cultivo del maíz (2015).

1.1.7.6 Manejo pos cosecha

El manejo del grano de maíz después de la cosecha es muy importante para mantener la buena calidad, tanto para el consumo de las familias como para la comercialización

Importancia de la limpieza del grano

Mantener el grano limpio es importante por lo siguiente: el grano no se deteriora ni se calienta tan rápido y los insectos retardan su reproducción.

Importancia del secado del grano

De la misma manera, el secado del grano, luego de la cosecha, es importante debido a que evita el aumento de calor, disminuye el proceso respiratorio, disminuye la reproducción de hongos y reduce el riesgo de germinación del grano en el almacén.

Guía técnica el cultivo del maíz (2015)

1.1.8 Plagas del maíz

El ICCA (2010), menciona que, desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas. El clima, las labores preparatorias del terreno, la alternativa de cosechas y el control de malas hierbas, son entre otros, los principales factores que pueden favorecer o dificultar la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo. En el cuadro 4 se menciona a las principales plagas que afectan al maíz en condiciones similares al de nuestra región

El control de plagas y enfermedades consiste en aplicar diferentes técnicas para disminuir las poblaciones de insectos plagas, los métodos de control empleados son los biológicos, químicos y culturales, pueden ser preventivos o curativos dependiendo del grado de incidencia del insecto (Pioneer, 2014).

Cuadro 4. Principales plagas que afectan al cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico
Gallina ciega	Phyllohaga spp
Gusano cogollero	Spodoptera frugiperda
Gusano de alambre	Melanotus sp
Gusano tierrero	Heliothis zea
Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>

Fuente: ICCA (2010)

1.1.9 Enfermedades

INFOAGRO (2010), afirma que entre las enfermedades que afectan a este cultivo en climas sub tropicales están; el carbón y la roya del maíz. También presenta algunas fisiopatías como la quemadura de hoja provocada por las altas temperaturas superiores a los 40 °C. El cuadro 5 se muestra las principales enfermedades que afectan a este cultivo

Cuadro 5. Principales enfermedades que afectan al cultivo del maíz

Enfermedad	Agente causal
Carbón del maíz	Ustilago maydis
Roya del maíz	Puccinia sorghi
Podredumbres de pie	Fusarium roseum
Curvularia	Heluintroprium t.

Fuente: INFOAGRO (2010)

1.1.10 INDICADORES DE EVALUACIÓN

1.1.10.1 Floración

La floración en el maíz ocurre entre los 50 y 65 después de la emergencia, es afectada principalmente por la temperatura del ambiente. La temperatura ideal para la floración está entre los 30 y 35 °C, la liberación del polen y la emisión de estigmas ocurre entre los días más calurosos (EMBRAPA, 2006).

1.1.10.3 Altura de planta

Salgado (2009), indica que la variable altura planta está influenciada por las condiciones ambientales, como: temperatura, humedad, calidad de luz. Tiene importancia económica sobre todo en los maíces tropicales en donde el acamado es el principal problema.

Según el CIMMYT (2012), para evaluar la variable altura de planta se debe tomar una muestra de 5-10 plantas seleccionadas al azar y medir la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde se encuentra la hoja bandera. También se puede estimar esta distancia en cada parcela utilizando una vara de medir. Registrando la altura de la planta en metro o centímetros.

El INTA (2008), menciona que el maíz es una planta anual con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 4 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m). Muy fuerte, su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 10 cm de ancho por 35 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado.

La altura de la planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad del crecimiento, está determinado por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado del grano según (INIA 2014).

1.1.10.3 Altura de inserción de mazorca

La altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta; y es un factor íntimamente relacionado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas a la altura media de la planta, tendrá los mejores rendimientos (CIMMYT, 2014)

Según Celíz y Duarte (2010), la altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta; y es un factor íntimamente relacionado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas a la altura media de la planta, tendrá los mejores rendimientos.

1.1.10.4 Acame de raíz

La variedad es susceptible al acame a causa de lluvias intensas y viento después de que comienza la elongación del tallo. Profundidad limitada del enraizamiento a causa de suelo poco profundo, horizonte endurecido o suelo ácido. Examinar la altura de las plantas y de las mazorcas. Si la altura de estas últimas es superior al 60% de la altura de las plantas que crecen en buenas condiciones y la altura de las plantas es superior a 2 m, la variedad puede ser susceptible al acame de raíz (CIMMYT, 2014).

El INTA (2008), menciona que una planta se acama de raíz cuando la parte más baja del tallo forma un ángulo de 45° o menos con la superficie del suelo. El acame de raíz tiende a asociarse con factores ambientales como lluvias intensas con viento, o con factores de manejo como la alta densidad o la mala distribución de plantas.

1.1.10.5 Acame de tallo

Según el CIMMYT (2014), las principales causas para que se produzca el acame de tallo son:

Por pudriciones de la raíz o daños por barrenadores del tallo.

Demasiadas plantas por postura o demasiada competencia de malezas o el cultivo intercalado.

Hubo una pérdida de área foliar efectiva durante el llenado del grano y se agotaron las reservas de azúcar del tallo.

Severa carencia del potasio.

Según Caicedo (2011), el acame de tallo se debe a lluvias intensas y viento después que comienza la elongación del tallo, es decir que es una variable altamente influenciada.

1.1.11 Los nutrientes minerales

Según el CIMMYT (2010), los nutrientes son en general proporcionados por el suelo y por los fertilizantes aplicados. Aunque la planta de maíz usa 13 nutrientes diferentes, solo tres son necesarios en cantidades relativamente grandes: el nitrógeno, el fósforo y potasio. Estos son los nutrientes que con más frecuencia limitan la producción de maíz, aunque el azufre y algunos micronutrientes como el zinc y el magnesio pueden ser restricciones importantes en ciertas zonas.

Cuadro 6. Requerimiento de nutrientes para el cultivo del maíz

ELEMENTO
* Nitrógeno
* Fósforo
* Potasio
* Calcio
* Magnesio
* Azufre
Cobre
Zinc

Boro
Hierro
Manganeso
Molibdeno

Fuentes: Guía técnica el cultivo del maíz (2015)

1.1.11.1 El nitrógeno

Se considera un nutriente limitante en los cultivos de maíz, pues controla la producción al ser el nutriente más requerido por la planta. Un cultivo bien fertilizado tendrá una producción con mejores rendimientos.

El nitrógeno obtenido por la planta de maíz se acumula en tallos y hojas, lo que favorece la actividad fotosintética.

Esto promueve la tasa de crecimiento del cultivo, sobre todo en el período de floración, momento que se asocia directamente con el número de granos de las mazorcas.

El llenado de granos también se favorece con una mayor cantidad de nitrógeno disponible. Los nutrientes acumulados en tallos y hojas (entre ellos, nitrógeno) se mueven hacia el grano.

El nitrógeno acumulado en el grano es clave para sostener su crecimiento.

Por ende, un aumento en la dosis de nitrógeno incrementaría el peso y el volumen de los granos de maíz, así como la duración del llenado.

(Influencia del nitrógeno en el cultivo del maíz)

1.1.11.2 ABSORCIÓN DE NUTRIENTES POR EL MAÍZ DE ALTO RENDIMIENTO

Un buen rendimiento de maíz absorbe muchos nutrientes. Requiere que el suelo este bien suplido de elementos nutritivos.

P2O5	4.5	30	40	28	18	=	120.5
K2O	25	116	80	40	7	=	268.0
						Absorción Total	= 657.5

Fuente: absorción de nutrientes por el maíz de alto rendimiento.

El 43% de sus requerimientos de N - 115.4 kg durante los primeros 50 días. Es durante esta época que las hojas (superficie que foto sintetiza) se desarrollan y la planta está formando la espiga y las futuras mazorcas, pero antes de la formación de grano y elote definitivo. La tasa de absorción de N es máxima a los 4 kg/ha/día, esto es, alrededor de 40 días después de la emergencia. Es en éste momento cuando hay que asegurar la suficiencia de cantidades de N en nuestro cultivo. Después, durante la formación del elote son necesarios aproximadamente otros 153.4 kg de N/ha.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área experimental.

El estudio se llevó a cabo en el centro de innovación agropecuario y forestal **INIAF-CHAGUAYA** del departamento de Tarija

La localidad de Chaguaya se encuentra en el municipio de Padcaya, provincia Aniceto Arce del departamento de Tarija

Situado a 75 km al suroeste de la ciudad capital de Tarija.

Limita al Sur con la Republica de Argentina, al Norte con las provincias Aviléz y Cercado al Este con las provincias O'connor y Gran Chaco y al Oeste con la provincia Aviléz variando solamente al Sur donde limita con la segunda sección y la Republica de Argentina. (INIAF, 2018)

Latitud Sur: 21⁰ 53' 50.38"

Longitud: 64⁰ 49' 31.91"

Altitud: 1957 m.s.n.m.

(INIAF, 2018)

2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN.

2.1.1.1 Clima.

En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración. Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados

“surazos”, que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad. (INIAF, 2018).

2.1.1.2 Temperaturas máximas y mínimas

La temperatura media anual es de 16.7 °, con una máxima y mínima de 24.6 °C y 8.8 °C respectivamente. Los días con heladas se registran en los meses de mayo a septiembre. La humedad relativa promedio es de 67 %. La dirección del viento aproximadamente es el Sur-Este con una velocidad promedio de 2.6 km/hora. (INIAF, 2018).

2.1.1.3 Precipitaciones Pluviales, Periodos

Las precipitaciones pluviales totales anuales en el municipio oscila entre 1,0 mm en el mes de julio a una máxima de 145.4 mm en el mes de enero; identificándose dos periodos: un periodo seco que abarca los meses de mayo a septiembre y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril. La precipitación promedio anual es 927,0 (mm) (INIAF).

2.1.1.4 Suelos

Según el PDM Municipal de Padcaya. Los suelos que predominan en Chaguaya.

Son profundos a muy profundos, de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a arcillosa en el subsuelo con pH ligeramente alcalino a alcalino, y fertilidad natural baja a moderada. (INIAF, 2018).

2.1.2 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA DE LA ZONA

La actividad económica de la zona se basa en actividades de turismo y agropecuario

La producción se da en terrenos de pequeña escala menor a 10 ha se cultiva especies rotativamente de acuerdo a la estación como:

Cuadro 8. Cultivos producidos por la zona

Papa	(Solanun tuberosum)
Maíz	Zea mays
cebolla	Alluim cepa
tomate	Licopericum escuelentun
alfalfa	Medica sativa
avena	Avena sp

Fuente: elaboración propia.

2.1.3 Vegetación

Las vegetaciones de la zona predominan las especies con apéndices espinosos.

Mencionados en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Vegetación de la zona

Churqui negro	Acacia caven
espinillo	Duranta serratifolio
paja	Spita sp
Pasto cakco	Aristida sp

Fuente: elaboración propia

2.1.4 CLIMA DE LA REGIÓN

Con datos de la estación meteorológica de cañas dependiente del servicio nacional de meteorología e Hidrología SENAMHI se elaboró un resumen climatológico de los últimos 20 años se describe como: (Cwb) clima de latitudes medias, templados con inviernos secos.

Cuadro 10. Resumen climatológico de los últimos 20 años,
Estación Meteorológicos Cañas

Temperatura media anual	17.1 °c	Precipitación anual media	746mm
Temperatura mínima media anual	9.3°c	Precipitación invernal (abril – sep.)	53.8mm (7.21%)
Temperatura máxima anual	24.8°c	Diferencia entre el mes con mayor precipitación y el mes con menor precipitación 160,6 mm (ene) – 0,5 mm(jun)	160. 1mm
Diferencia entre el mes cálido y mes más fr.io 25.8°c dic- 29°c (jun)	22.9°c	Dirección del viento (en todo el año con mayor intensidad en julio y agosto)	Este

Fuentes: SENAHI 2017

2.2 MATERIALES

2.2.1 Material vegetal

Variedad de maíz INIAF CHOCLERO BLANCO

3.2.2 Características generales de la variedad

N° DE REGISTRO: RV-MA-1159-16

2.2.3 Descripción de la planta

Altura de la planta.

Longitud de la mazorca 16cm con 12 y 14 hileras.

Choclero blanco: Presenta las siguientes características generales:

- Altura de planta 203 cm.
- Altura de mazorca 107 cm.
- Acame de raíz no presenta.
- Acame de tallo de 35 plantas 2 a 3.

*Características del grano

Color blanco textura harinosa, tamaño mediano.

*Maduración

Ciclo intermedio 120 días a la cosecha.

*Rendimiento

El rendimiento es de 3Tn/ha.

*Uso

Gastronomía en grano seco y grano duro.

2.2.4 Áreas recomendadas

Valles de Tarija; Cochabamba: Chuquisaca; potosí y chaco boliviano

2.2.5 Materiales de campo

- Un machete.
- 50 estacas.
- Una wincha.
- Una mochila pulverizadora manual de 20 l. de capacidad.
- Un dosificador de agroquímicos
- 18 etiquetas de identificación
- Una balanza pesa kilogramos y gramos
- Una planilla de campo
- Una cámara fotográfica
- Dos azadones
- Un tractor agrícola y sus implementos
- Una sembradora manual
- Un flexómetro

2.2.6 Materiales de escritorio

- Una computadora.
- Una calculadora.
- Una impresora.
- Dos lapiceras.

2.2.7 Productos químicos

- Se utilizaron productos químicos como:

Cuadro 11. Productos químicos utilizados

producto	Dosis	N° de aplicaciones	
proclain	10 gr/20lt	1	Principio activo Benzoato
Sansun	100 ml/20lt	1	Principio activo Nicosulfuron
DMA6	70 ml/20lt	1	Principio activo 2,4D

Fuente: Elaboración propia

2.2.8 Material vegetal

El material vegetal utilizado para realizar el presente trabajo se usó una variedad de maíz blanco para choclo producidas por el INIAF.

2.3 METODOLOGÍA

2.3.1 Tipo de investigación

El ensayo fue desarrollado en base a una investigación de tipo experimental puesto que se obtuvo datos precisos y confiables en la evaluación de cada una de los tratamientos.

3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental diseño al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 18 unidades experimentales.

i) Características del diseño

La población total de la investigación se distribuyó de la siguiente manera:

Seis (6) tratamientos con tres (3) repeticiones dando un total de dieciocho parcelas.

Las distancias de siembra utilizadas fueron de 0,25m entre plantas y 0,80m entre hileras, la unidad experimental de 4m de ancho por 5m de largo.

Cada unidad experimental presentó (20) plantas por surcos, en cinco (5) surcos dando una población de 100 plantas por unidad experimental.

Entonces la población total del ensayo de investigación es de 1800 plantas:

Plantas por tratamiento: 600plantas.

Plantas por repetición: 1800plantas.

La muestra tomada para el análisis de datos fue de veinte (40) plantas por unidad experimental.

ii) Áreas de las unidades experimentales de la investigación: (total y neta).

Largo total de la unidad experimental: 5m.

Ancho total de la unidad experimental: 4m.

Área total de la unidad experimental: $(5m \times 4m) = 20m^2$

iii) Área del ensayo: (total y neta).

Área total del ensayo: $380m^2$ (con calles)

Área neta del ensayo: $376m^2$ (sin calles)

Largo neto del ensayo: 15m (sin calles)

Ancho total del ensayo: 20m (con calles)

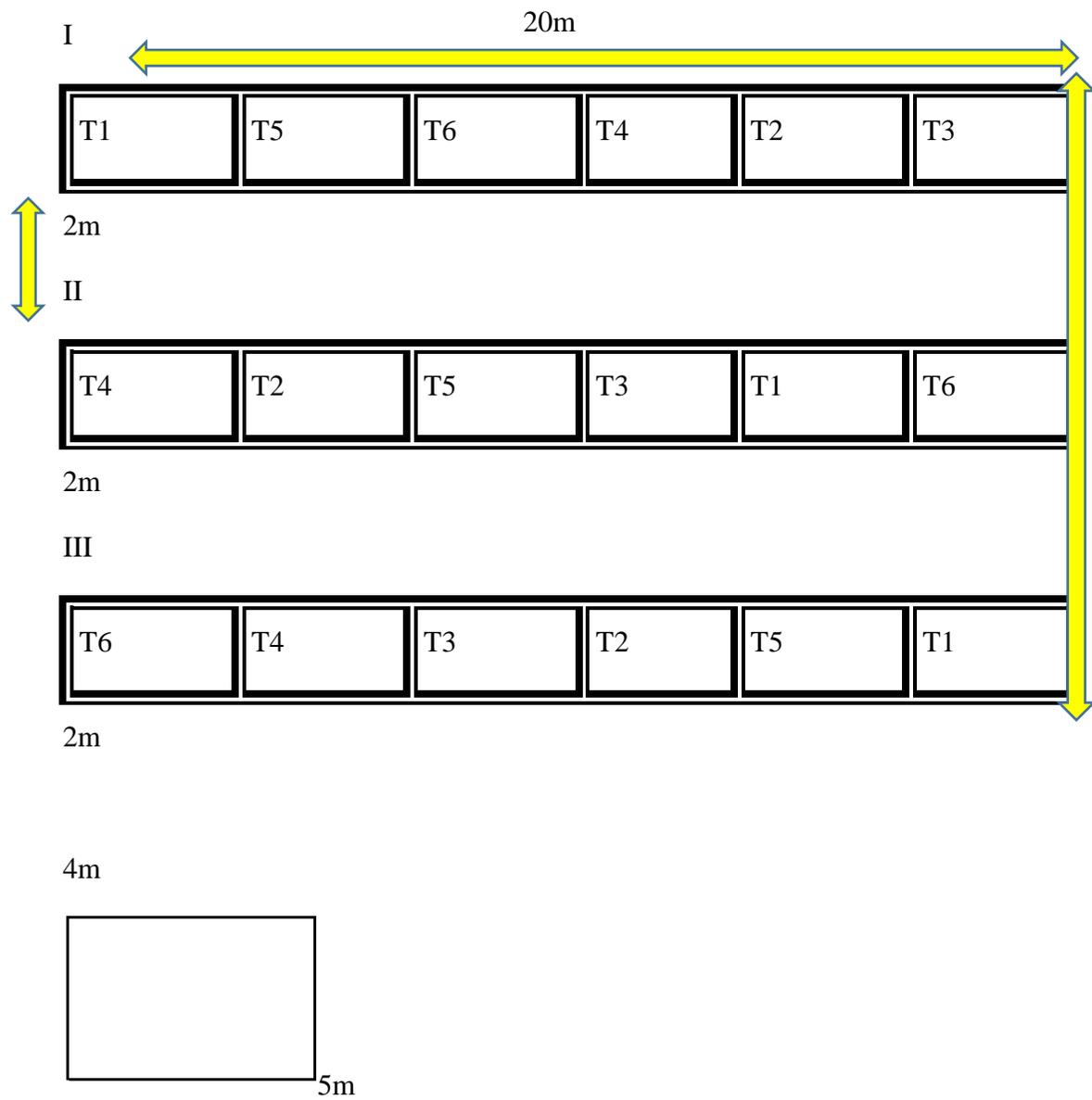
El diseño experimental es bloques al azar con 6 tratamientos y tres repeticiones lo que hace en total de 18 unidades experimentales.

El diseño es de una sola variedad de maíz con 6 tratamientos.

2.3.3 Tratamientos

T1=	24% DE NITRÓGENO	kg/ha 64.
T2 =	83%DE NITRÓGENO	kg /ha218.
T3=	100%DE NITRÓGENO	kg/ha268.
T4=	119% DE NITRÓGENO	kg/ha318.
T5=	138% DE NITRÓGENO	kg/ ha368.
T6=	156%DE NITRÓGENO	kg/ ha418.

2.3.4 Diseño de campo



DATOS

Número de surco	4
Ancho de surco	0.8m
Largo de surco	5m
Superficie de la parcela	20m ²
Unidades experimentales	18u
Superficie por parcela	20m ²
Superficie neta del ensayo	376m ²

2.4 TRABAJO DEL CAMPO

2.4.1 Análisis de suelo

Para el muestreo se empleará la técnica en “x” La recolección de muestras se llevará a cabo con una pala se removerá los primeros 20 cm correspondientes a la capa superficial y se extraerán los 5 cm siguientes para resguardar como muestra hasta obtener 1 kg se suelo luego se proseguirá a realizar el análisis.

2.4.2 Preparación del suelo

Se procederá al arado del suelo, luego una rastreada correspondiente para después cada uno de las parcelas, para su posterior surcado y la siembra inmediata.

2.4.3 Siembra

La siembra se ejecutará en forma manual en un solo día para tener uniformidad dentro de la plantación. El marco de plantación será de 0.80 entre surco a surco y 0.25 cm entre semilla donde la siembra será dos semillas por golpe.

2.4.4 Registro de datos

I) Porcentaje de germinación

En la variable Porcentaje de germinación se

II) Días a la floración

En la variable días a floración se registró los días transcurridos hasta el momento en el que se alcanzó más del 50 % de la emisión de polen en el cultivo.

III) Altura de planta a la cosecha

En la variable altura de planta se procedió a seleccionar 20 plantas elegidas al azar donde se registró la distancia desde la base de la planta hasta La hoja bandera Se registró la altura de la planta en centímetro utilizando un flexómetro.

IV) Longitud de la mazorca

La longitud de mazorca se registró con la utilización de una wincha en centímetros lineales, después de la cosecha.

V) Diámetro de la mazorca

El diámetro de la mazorca se registró con una wincha en centímetros lineales después de realizarse la cosecha.

VI) Rendimiento

El rendimiento se determinó en toneladas por hectárea.

IV) Largo del grano

Se registró con la ayuda de una regla y un vernier

2.5 PROCEDIMIENTO EN CAMPO

a) Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó mediante el sistema convencional antes de las primeras lluvias, lo cual consistió en una arada. Estas operaciones se realizaron en el mes de septiembre con el fin de dejar el terreno en buenas condiciones para la siembra.

b) Replanteo del ensayo

Una vez preparado el terreno se procedió a la demarcación y delimitación de los bloques e hileras.

c) Siembra

La siembra del maíz (variedad de choclo) se realizó de forma manual, utilizando una sembradora pequeña en un marco de plantación de 25 cm entre planta y 80 cm entre surcos siendo la densidad de 720 plantas distribuido en 5 surcos por unidad experimental dos semillas en cada uno.

d) Control químico de plagas y malezas.

El control de plagas se realizó mediante la aplicación de Proclain (insecticidas) principio activo Benzoato a razón de 10gr por 20 lt mochila, la misma que fue suficiente y efectiva para contrarrestar el ataque de las mismas, principalmente de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano tierrero (*Agrotis ipsilon*), aplicaciones que se realizaron en dos oportunidades, la primera a los 15 días de la siembra y a la segunda a los 10 diez días después de la primera aplicación.

El control de malezas se realizó de la siguiente manera: la primera aplicación fue después de la siembra con el uso de (Herbicida) Sansun principio activo Nicosulfuron El segundo a los 30 días después de la siembra con DNA6, para el control de malezas de hoja ancha en dosis de 70 ml por 20 lt.

e) Cosecha

La recolección de las mazorcas (choclo) tuvo lugar cuando se encontraban en estado lechoso y el mismo se realizó de forma manual, para el registro se tomaron las muestras de las plantas marcadas todos los tratamientos fueron recolocados en una sola fecha.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO

3.1.1 Análisis químico del suelo del lugar del ensayo

En el cuadro 12, se observa que el suelo presenta un pH 6.08, con un potasio (K) 0.13 meq/100g, % un Nitrogeno Total (N.T.) 0.14 y un fosforo (P) 16.53 ppm.

Cuadro 12. Análisis químico de suelos

PROF. (cm.)	pH 1:5	C.E. Mmhos/cm 1:5	CACIONES DE CAMBIO meq/100g					M.O. %	N.T. %	P Olsen ppm
			Ca	Mg	K	Na	CIC			
0-20	6.08				0,13				0,14	16,53

Fuente: Laboratorio de Suelos campus “El tejlar”

Respecto Bull y Cantarella (2009), señalan que el maíz es más productivo en suelos con niveles altos de fertilidad (nitrógeno, fosforo y potasio), que sean profundos bien drenados

El maíz en general crece bien en suelos con pH entre 6 y 7 fuera de estos límites suelen aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y magnesio con un PH superior a 8 y 7 en suelos calcáreos tienden a presentar carencia en hierro manganeso y Zinc los síntomas en general en campo asemejan a problemas de micro nutriente (IICA2010).

3.1.2. Análisis físico de suelos

El resultado del análisis físico del suelo donde se estableció el ensayo (cuadro 11), indica que se trata de un suelo, con una densidad aparente de 1,43 (g/cc),

Cuadro 13. Análisis físico de suelos

Nº LAB.	Prof. (cm.)	Da (g/cc)	A %	L %	Y %	TEXTURA
079	0-20	1,43				

Fuente: Laboratorio de Suelos campus “El tejlar.

Según el (IICA) (2010), indica que 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

3.2 Porcentaje de Germinación

Para obtener el porcentaje de germinación se tomó el dato después de los 20 días después de la siembra

Cuadro 14. Porcentaje de germinación

% de Germinación					
TRATAMIENTOS	I	II	III	SUMA	PROMEDIO
T1	70	65	75	210	70
T2	80	75	70	225	75
T3	95	90	85	270	90
T4	85	80	75	240	80
T5	85	75	80	240	80
T6	90	80	85	255	85
SUMA	505	465	470	1440	
PROMEDIO	84,1666667	77,5000000	78,3333333		

Según el cuadro N°14 el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento N° 3 que corresponde a una aplicación de 204 kg de nitrógeno con promedio de 90 % posteriormente se encuentra el tratamiento N°6 con una aplicación de 354 kg de nitrógeno con un promedio de 85 % y el tratamiento que obtuvo un menor porcentaje de germinación fue el tratamiento N° 1 con un promedio de 70%.

3.2.1 Análisis de la varianza del porcentaje de germinación

Cuadro 15. Análisis de varianza del porcentaje de germinación

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17,00	1050,00					
Tratamientos	5,00	750,00	150,00	10,58	5,64	3,33	**
Bloque	2,00	158,33	79,17	5,58	7,56	4,10	*
Error	10,00	141,67	14,17				

De acuerdo al análisis de varianza se indica que existen diferencias Estadísticas significativa entre tratamientos ya que la Fc es mayor a la Ft al 5% y al 1% por lo que se recurre hacer una prueba de comparación de medias en este caso utilizamos la prueba de tukey, Mientras que entre bloques se determinó que existe diferencia significativa para él 5 % para el porcentaje de germinación.

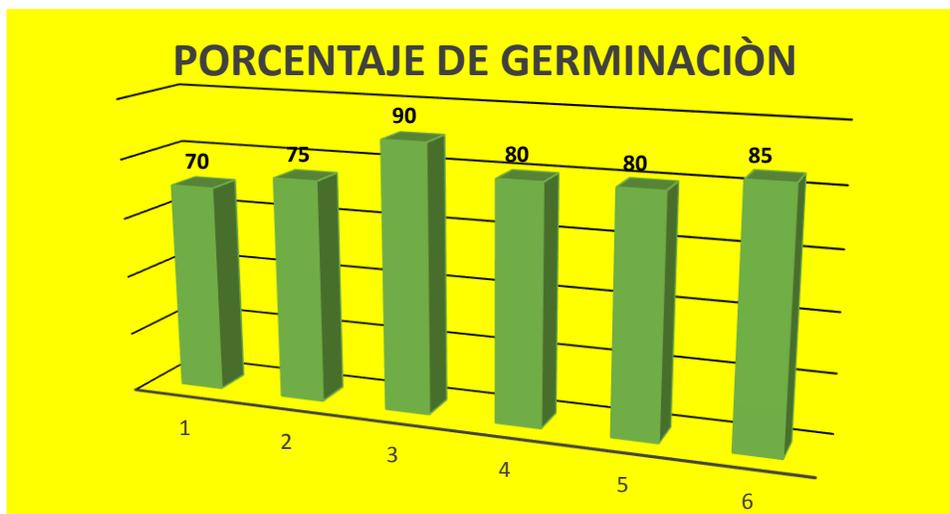
3.2.2 Prueba de tukey: Porcentaje de germinación

Cuadro 16. Prueba de tukey para el porcentaje de germinación

TRATAMIENTOS	MEDIA	LETRA	SX	Q	SX*Q
T3	90	a	2,173067468	4,65	10,09
T6	85	ab			
T5	80	abc			
T4	80	abc			
T2	75	bc			
T1	70	c			

Luego de verificar la comparación de medias para la variable porcentaje de germinación se observó que entre tratamiento T3, T6, T5 y T4, no tienen diferencia estadísticamente significativa entre ellos, pero si con el tratamiento T2 y T1

GRÁFICO 1. Porcentaje de germinación



El gráfico 1 nos indica el promedio mayor del porcentaje de germinación el cual obtiene un 90 % el T3 y el promedio menor de porcentaje de germinación fue el T1 con un 70%.

3.3 Días de floración

Este dato se registró desde el momento en que las plantas obtuvieron más del 50% de la floración

Cuadro 17. Días de floración

BLOQUE					
TRATAMIENTO	I	II	III	TOTAL	PROMEDIO
T1	62	67	62	191	63,67
T2	60	67	60	187	62,33
T3	60	57	60	177	59
T4	67	62	67	196	65,33
T5	60	67	60	187	62,33
T6	62	60	57	179	59,67
TOTAL	371	380	366	1117	
PROMEDIO	61,83	63,33	61		

El cuadro 17 nos muestra los promedios para la variable días de floración obtenidas por cada tratamiento en la evaluación realizada donde podemos determinar cuál de los tratamientos obtuvo la floración más rápida. el cuadro nos muestra que el tratamiento N°3 obtuvo una floración más rápida con un promedio de 59 días seguido del tratamiento N°6 con una floración de 60 días y la más tardía fue el tratamiento N°4 65 días.

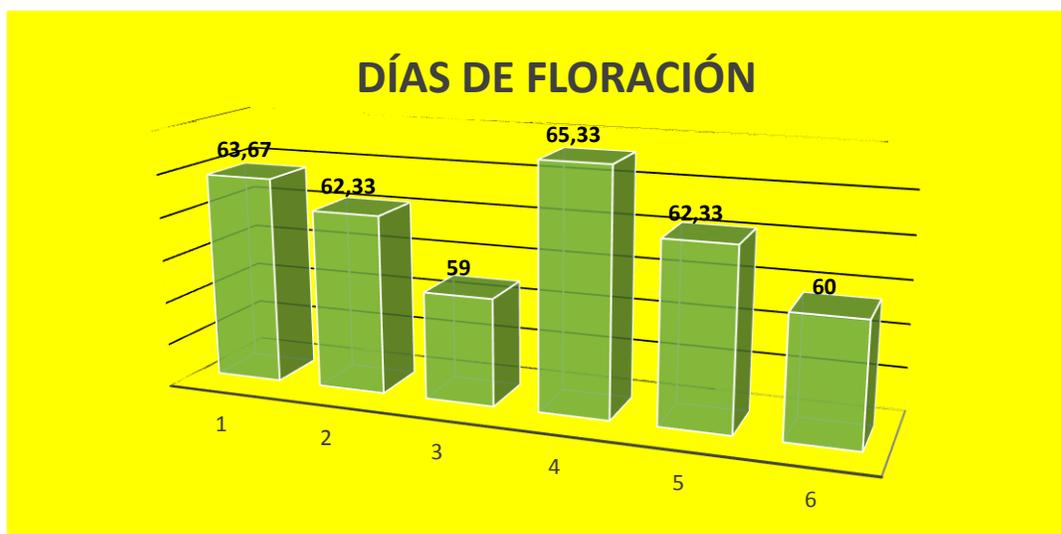
3.3.1 Análisis de varianza para días de floración

Cuadro 18. Análisis de varianza para días de floración

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	202,94					
Tratamientos	5	85,61	17,12	1,70	5,64	3,33	NS
Bloque	2	16,78	1,67	0,16	7,56	4,1	NS
Error	10	100,56	10,05				

Como se observa en el análisis de varianza podemos ver que no existe diferencias significativas en los días de floración entre tratamientos y bloques.

GRÁFICO 2. Días de floración



De acuerdo al gráfico N°2 podemos observar claramente que el tratamiento N° 3 es el que obtuvo una floración más precoz con un promedio de 59 días, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 6 con una floración de 60 días, luego está el tratamiento N° 2 y N° 5 con un promedio de floración de 62 días y por último con el menor porcentaje en cuanto a esta variable se encuentra el tratamiento N° 4 con una floración de 65 días.

3.4 Altura de planta

Para obtener la altura de planta se tomó al azar 40 plantas por parcela y se procedió a medir en metros desde el suelo hasta la hoja bandera.

Cuadro 19. Altura de la planta en (m)

BLOQUE					
TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL	PROMEDIO (m)
T1	1,4	1,5	1,35	4,25	1,41
T2	1,8	1,37	1,6	4,77	1,59
T3	1,92	1,45	1,5	4,87	1,62
T4	1,65	1,65	1,55	4,85	1,61
T5	1,56	1,46	1,9	4,92	1,64
T6	1,6	1,76	1,75	5,11	1,70
total	9,93	9,19	9,65	28,77	
promedio(m)	1,655	1,53166667	1,60833333		

Según el cuadro N°19 se tiene que el tratamiento que obtuvo una mayor altura de la planta en metros fue el tratamiento N° 6 que corresponde a una longitud de 1.70 m, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 5 que corresponde a una longitud de 1.64 m y el tratamiento que obtuvo una menor altura fue el tratamiento N° 1 con una longitud de 1,41 m de altura.

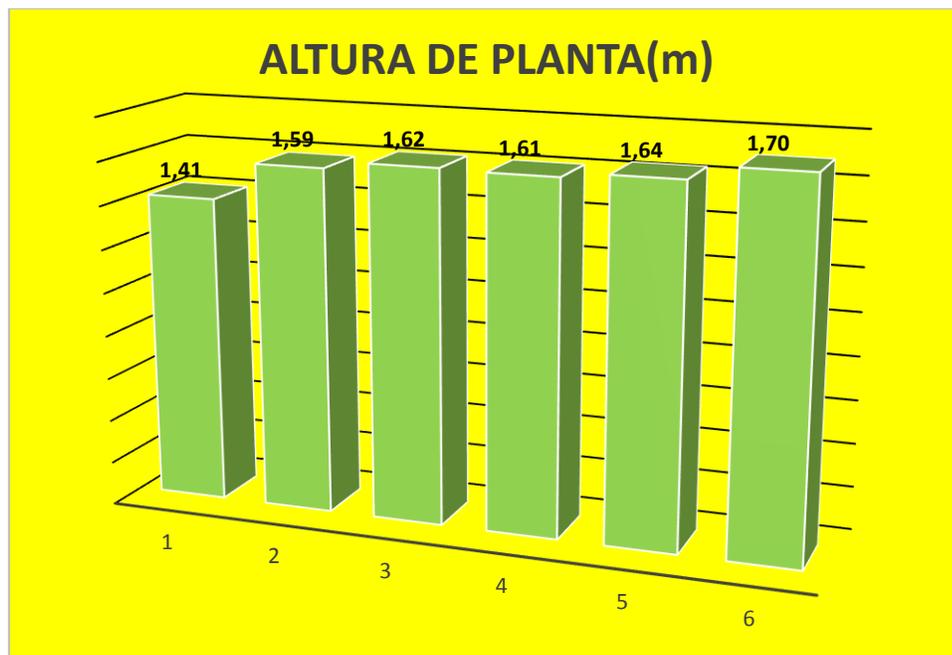
3.4.1 Análisis de la varianza de la altura de planta en (m)

Cuadro 20. ANOVA de la altura de planta en (m)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	0,5071					
Tratamientos	5	0,1404	0,02807	0,8770	5,64	3,33	NS
Bloques	2	0,0465	0,02326	0,7267	7,56	4,1	NS
Error	10	0,3201	0,03201				

De acuerdo al análisis de varianza se indica que no existe diferencias Estadísticas significativas entre tratamientos ni entre bloques para la altura de planta por lo cual ya no se debe hacer la prueba de tukey.

GRÁFICO 3. Altura de la planta (m)



De acuerdo a al gráfico N°3 podemos observar claramente que el tratamiento N° 6 es el que obtuvo una mayor altura con un promedio de 1,70 m, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 5 con una altura de 1,64 m, luego está el tratamiento N° 3 con un promedio de altura de 1.62 m y por último el menor Altura obtuvo en cuanto a esta variable se encuentra el tratamiento N° 1 con una altura de tan solo 1,41 m.

3.5 Rendimiento por hectárea

Para obtener Rendimiento en Tn/ha de maíz se tomó 2 hileras por parcela y se procedió a recolectar las mazorcas.

Cuadro 21. Rendimiento

BLOQUES					
TRATAMIENTO	I	II	III	TOTAL (Tn)	Promedio Tn/Ha
T1	1,807	2,94	1,716	6,463	2,15
T2	2,295	3,439	2,352	8,086	2,69
T3	4,004	3,432	3	10,878	3,62
T4	3,442	2,869	3,439	9,75	3,25
T5	3,439	2,863	3,521	9,823	3,27
T6	2,288	4,204	4,004	10,496	3,49
TOTAL	17,275	19,747	18,474	55,496	
Promedio Kg/Ha	2,87916667	3,29116667	3,079		

Para conocer cuál de los tratamientos produjo los mejores resultados en cuanto a esta variable de rendimiento en ton/ha, se procedió a realizar un ordenamiento de medias, cuyos valores se presenta en el cuadro N°21 , donde observamos que el tratamiento T3 fue el que produjo un rendimiento más alto con 3,62 Tn/ha con una dosificación de 100% de urea luego se puede observar que se encuentra el tratamiento T6 con un rendimiento de 3,49 Tn/ha con una dosificación de 156 % y por último encontramos al tratamiento T1 con un rendimiento de 2,15 Tn/ha obteniendo así el menor rendimiento con una dosificación de 24%.

3.5.1 Análisis de varianza del rendimiento

Cuadro 22. ANOVA rendimiento (Tn/ha)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	9,3036					
Tratamiento	5	4,6345	0,9269	2,2283	5,64	3,33	NS
Bloque	2	0,5094	0,25469	0,6123	7,56	4,1	NS
Error	10	4,1597	0,4159				

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable rendimiento observamos en el ANOVA que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y bloques ya que nuestra Fc es menor q la Ft tanto al 5% como al 1% por lo que no se recure hacer la prueba de tukey.

GRÁFICO 4. RENDIMIENTO Tn/ha



Como observamos en el gráfico N° 4 el tratamiento T3 con una fertilización de 100% nitrógeno fue el que obtuvo los mejores rendimientos con 3.62 Tn/ha, posteriormente está el tratamiento T6 con una fertilización de 156 % de nitrógeno que obtuvo un rendimiento de 3.49 Tn/ha, seguido el tratamiento T5 con una fertilización del 138 % de nitrógeno con un rendimiento de 3.27 Tn/ha y finalmente con el menor rendimiento encontramos al tratamiento T1 con lo que el suelo tenía incorporado 24% con rendimiento de 2,15 Tn/ha.

3.6 Longitud de la mazorca

Para obtener la Longitud de la mazorca en (cm) se midió 40 Mazorcas al azar.

Cuadro 23. Longitud de la mazorca en (cm)

BLOQUES					
TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL	PROMEDIO (m)
T1	14	14,5	13,5	42	14
T2	15,7	14,8	14,5	45	15
T3	16	17	17	50	16,67
T4	15,2	16,3	16,5	48	16
T5	15,85	16,5	16,8	49,15	16,38
T6	16,85	16,5	16	49,35	16,45
total	93,6	95,6	94,3	283,5	
promedio(cm)	15,6	15,93333333	15,71666667		

De acuerdo al cuadro N° 24 nos muestran que el tratamiento que presenta una mayor longitud de mazorca es el tratamiento T3 con 16,67 cm de longitud, seguidamente se encuentra el tratamiento T6 con una longitud de mazorca de 16,45 cm, y el tratamiento que presenta una menor longitud de mazorca es el tratamiento T1 con una longitud de 14 cm de largo.

3.6.1 Análisis de la varianza longitud de la mazorca

Cuadro 24. ANOVA Longitud de la mazorca

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	20,02					
Tratamiento	5	16,2567	3,2513	9,5068	5,64	3,33	**
Bloques	2	0,3433	0,1717	0,5019	7,56	4,1	NS
Error	10	3,42	0,342				

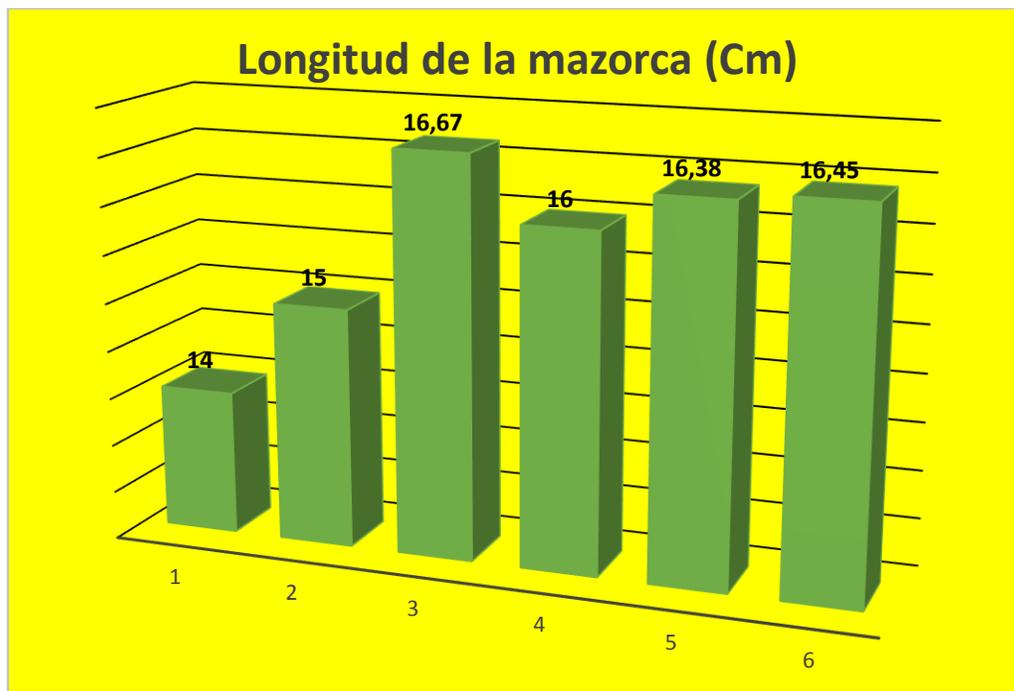
De acuerdo al análisis de varianza nos indica que si existe diferencias altamente significativas entre tratamientos para el 1% y 5% y no existe diferencia significativa para los bloques.

3.6.1.1 Prueba de tukey: Longitud de la mazorca

Cuadro 25 Prueba de tukey para Longitud de la mazorca

TRATAMIENTOS	MEDIA	LETRAS	SX	Q	SX*Q
T3	16.67	a	0,3376	4,65	1,57
T6	16,45	ab			
T5	16,38	ab			
T4	16	ab			
T2	15	bc			
T1	14	c			

Luego de verificar la comparación de medias para la variable longitud de la mazorca se observó que el mejor tratamiento resulto se el T3 con 16,67 (Cm) luego se observó el T6 con 16,45(Cm) y por último el que menor promedio obtuvo en la longitud de la mazorca fue e T1 con solo 14 (Cm).

GRÁFICO 5. Longitud de la mazorca (cm)

De acuerdo gráfico N° 5 podemos ver que el tratamiento T3 con una fertilización del 100% de nitrógeno es la que presenta mayor longitud de mazorca con 16,67 cm, luego se encuentra el tratamiento N°6 con una fertilización de 156% de nitrógeno con una longitud de mazorca de 16,45 cm seguidamente encontramos al tratamiento T5 con fertilización con 138% de nitrógeno que presenta una longitud de mazorca de 16,38cm, y finalmente el tratamiento que presenta la menor longitud de mazorca es el tratamiento T1 el testigo con una fertilización 24% y una longitud de 14 cm.

3.7 Diámetro de la mazorca

Diámetro de la mazorca en (cm)

Cuadro 26. Diámetro de la mazorca en (cm)

BLOQUES					
Tratamientos	I	II	III	TOTAL	PROMEDIO (cm)
T1	13,05	15	13	41,05	13,68
T2	14,65	16,7	14	45,35	15,11
T3	14,4	17,2	17,4	49	16,33
T4	14,35	17,5	14,5	46,35	15,45
T5	14,55	15	17,85	47,4	15,8
T6	15,2	18	15	48,2	16,07
TOTAL	86,2	99,4	91,75	277,35	
PROMEDIO (cm)	14,3666667	16,5666667	15,2916667		

Como se puede observar en el cuadro N°26 el tratamiento N.º 3 es el que obtuvo el mayor diámetro de mazorca con 16,33cm, seguidamente se encuentra el tratamiento N.º 6 con diámetro de mazorca de 16,07 cm, luego se encuentra el tratamiento N.º 5 con un diámetro de mazorca de 15,8 cm y finalmente se encuentra el tratamiento N.º 1 el con un diámetro de mazorca 13,68 cm.

3.7.1 Análisis de la varianza del diámetro de la mazorca en (cm)

Cuadro 27. ANOVA diámetro de la mazorca

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	44,0613					
Tratamientos	5	13,5145	2,7029	1,6995	5,64	3,33	NS
Bloques	2	14,6425	7,3213	4,6033	7,56	4,1	*
Error	10	15,9042	1,5904				

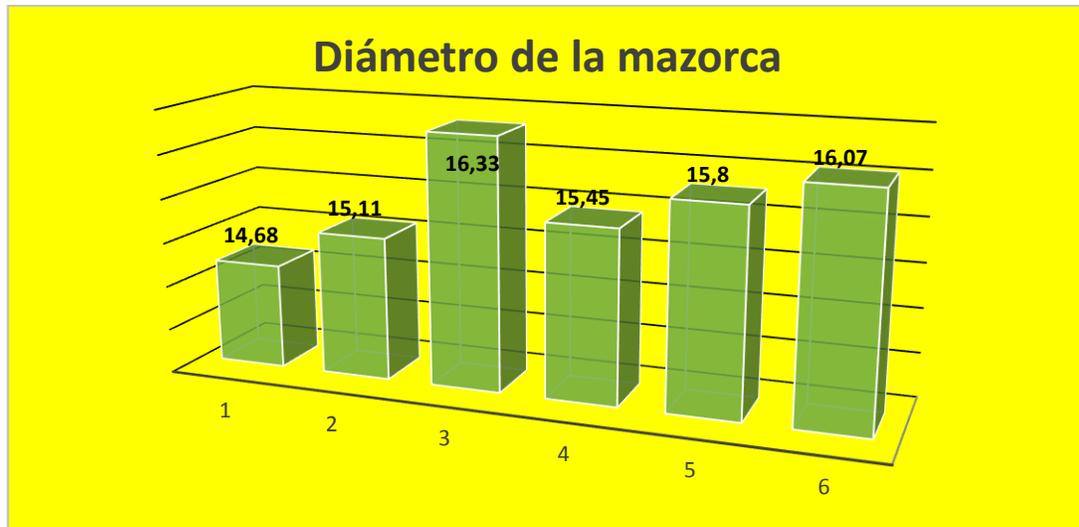
Como se puede evidenciar en el ANOVA no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, pero si entre bloques, pero solo para el 5% y no para el 1% Por lo cual se debe hacer la prueba de tukey.

3.7.1.1 Prueba de tukey: Diámetro de la mazorca

Cuadro 28. Prueba de tukey para Diámetro de la mazorca

TRATAMIENTOS	MEDIA	LETRAS	SX	Q	SX*Q
T3	16,33	a	0,72412783	4,65	3,38
T6	16,07	a			
T5	15,8	a			
T4	15,45	a			
T2	15,11	a			
T1	14,68	a			

Luego de verificar la comparación de medias para la variable longitud de la mazorca se observó que el mejor tratamiento resulto es el T3 con diámetro de 16,33 (Cm), luego se observó el T6 con 16,07 (Cm) y por último el que obtuvo el menor diámetro de mazorca fue el T1 con solo 14,68 (Cm) de diámetro.

GRÁFICO 6. Diámetro de la mazorca

En el gráfico 6 diámetro de la mazorca observamos que el tratamiento T3 fertilizado con 100% de nitrógeno es el que presenta un mayor diámetro de mazorca con 16,33 cm, seguidamente se encuentra el tratamiento T6 fertilizado con 156% de nitrógeno con 16,07 cm, luego se encuentra el tratamiento T5 fertilizado con 138% de nitrógeno con un diámetro de mazorca de 15,8 cm y finalmente se encuentra el tratamiento 1 con un diámetro de mazorca de 14,68 cm.

3.8 Largo del grano

Largo del grano en (cm)

Cuadro 29. Largo del grano en (cm)

BLOQUES					
TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL	PROMEDIO (Cm)
T1	1,1	1	1	3,1	1,03
T2	1,1	1,2	1,1	3,4	1,13
T3	1,5	1,3	1,4	4,2	1,4
T4	1,3	1,2	1,2	4	1,23
T5	1,3	1,2	1,5	3,7	1,33
T6	1,5	1,6	1,4	4,5	1,5
TOTAL	7,8	7,5	7,6	22,9	
PROMEDIO (Cm)	1,3	1,25	1,26		

Según el cuadro N° 29 el tratamiento que obtuvo un mayor largo del grano en cm fue el tratamiento N° 6 que corresponde a una aplicación de 156% de nitrógeno con longitud de 1,5 cm de largo del grano, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 3 con una aplicación de 100% de nitrógeno con una longitud de 1,4 cm y el tratamiento que obtuvo una menor longitud fue el tratamiento N°1 con una aplicación de 24% de nitrógeno con una longitud 1,03 del largo del grano.

3.8.1 Análisis de la varianza del largo del grano en (cm)

Cuadro 30. ANOVA del largo del grano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		DIFERENTE
					1%	5%	
Total	17	0,5561					
Tratamientos	5	0,4494	0,0899	9,08	5,64	3,33	**
Bloques	2	0,0078	0,0039	0,39	7,56	4,1	NS
Error	10	0,0989	0,0099				

Como se observa en el análisis de varianza podemos ver que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ya que la Fc es mayor a la Ft al 5% y al 1% de probabilidad por lo que se recurre a hacer una prueba de comparación de medias y en este caso utilizamos la prueba de Tukey.

Mientras que entre los bloques se determinó que no existen diferencias significativas debido a que la Fc. es menor a la Ft.

3.8.1.1 Prueba de tukey: largo del grano

Cuadro 31. Prueba de tukey para el largo del grano

TRATAMIENTOS	MEDIA	LETRAS	SX	Q	SX*Q
T6	1,5	a	0,057	4,65	0,266972
T3	1,4	ab			
T5	1,33	ab			
T4	1,23	abc			
T2	1,13	bc			
T1	1,03	c			

Luego de verificar la comparación de medias para la variable.

Largo del grano se observó que el mejor tratamiento resulto se el T6 con 1,5cm luego se observó el T3 con 1,4 y por último el q menor diámetro de mazorca que obtuvo fue el T1 con solo 1,0.3 cm.

GRÁFICO 7. Largo del grano

De acuerdo a al gráfico N°7 podemos observar claramente que el tratamiento N° 6 es el que obtuvo una buena longitud en cuanto al largo del grano con un promedio de 1,5 cm, posteriormente se encuentra el tratamiento N° 3 con una longitud de 1,4 cm, luego está el tratamiento N° 4 con un promedio de 1,33 cm y por último con el menor porcentaje en cuanto a esta variable se encuentra el tratamiento N° 1 con una longitud de tan solo 1,03 cm.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que una fertilización nitrogenada al 100% para el cultivo del maíz en el tratamiento N°3 se obtiene que la floración es más rápida con 59 días, en cuanto al rendimiento también el tratamiento N°3 obtuvo un buen resultado con un rendimiento de 3.62 Tn/ha en comparación al rendimiento de la variedad que es 3 Tn/ha.
- Realizando una hoja de costos con la fertilización convencional según INIAF el rendimiento es de 50 qq por hectárea con un ingreso total 11.300 bs. Pero con el mejor tratamiento T3 en niveles de nitrógeno se aumentó el rendimiento llegando de 75 qq por hectárea dado un ingreso total de 20.500 bs.
- En cuanto a la longitud de mazorcas el tratamiento N°3 obtuvo un buen resultado con un promedio de 16,67 Cm de longitud sobrepasando el tamaño de la variedad que llega a medir 16 cm.
- en cuanto al diámetro de la mazorca el tratamiento N° 3 también obtuvo un buen resultado con un 16,33 cm de diámetro de mazorca. Seguido del tratamiento N°6 con un diámetro de 16,07 cm.
- De a cerdo al largo del grano el mejor tratamiento que se obtuvo fue el T6 con 1,5 cm de largo con una fertilización de 156% seguido del T3 1.4 cm de largo con una fertilización de 100% seguida del T4 con 1.33 cm de largo y un fertilización de 119 %.

- En cuanto a la altura de planta no hubo diferencia significativa y el mejor tratamiento fue el tratamiento N° 6 con una altura de 1,70 m seguida del tratamiento N°5 con una altura de planta de 1,64 m. en comparación de las características de la variedad que mie 2,03 m las planta salieron pequeñas.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar análisis de suelo para determinar el Nitrógeno disponible para suministrar la dosificación óptima para mejorar los rendimientos de acuerdo al requerimiento del cultivo de maíz.
- Se recomienda que se realice un ensayo igual en diferentes cultivos de acuerdo a su requerimiento.
- Se recomienda que se utilice la dosificación del 100% tratamiento N°3 para obtener un mejor rendimiento es decir tomar las dosificaciones optimas que requiere la planta.
- Se recomienda si se quiere obtener una mayor longitud de mazorca se debe aplicar el tratamiento N°3 con una dosificación del 100%.
- Se recomienda si se quiere producir un mejor grano en cuanto al tamaño usar el T6.