

**“EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TRES NIVELES DE
FERTILIZACIÓN CON N, P, K, EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”**

VÍCTOR HUGO CHÉRREZ BELTRÁN

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado “**EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TRES NIVELES DE FERTILIZACION CON N, P, K, EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)**”, de responsabilidad del Sr. egresado Víctor Hugo Chérrez Beltrán, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

ING. DAVID CABALLERO N.

DIRECTOR

ING. FRANKLIN ARCOS

ASESOR

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

DEDICATORIA

A Dios, por ser quien me dio la vida, a mi madre Delia Beltrán que desde el cielo me apoya en cada paso que doy en mi vida, a mi padre Hugo Chérrez, que ha sido el pilar fundamental dónde me apoyo en todos los momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al SENE CYT quienes auspiciaron el proyecto PIC-12-INIAP-008 SENE SCYT del cual es parte esta investigación.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en las personas del Ing. Carlos Yáñez y el Ing. Gustavo Jarrín quienes me han brindado su apoyo.

Al Ing. David Caballero por su apoyo incondicional, colaboración y guía en este trabajo de investigación, al Ing. Franklin Arcos por sus consejos, comprensión y enseñanzas. Muchas gracias.

A la Asociación de Agricultores de San José de Chazo, por el apoyo brindado en todo momento, de manera especial a la Sra. Martha Cubiña.

Al Ing. Víctor Lindao, por su amistad y apoyo incondicional en todos los momentos en especial en los instantes más difíciles, muchísimas gracias.

A mis hermanos: María, Martha, Wilma y de manera especial a Darwin, que me han apoyado en todos los sentidos para ser de mí un gran profesional y sobre todo un mejor ser humano. Muchas gracias.

CONTENIDO

Nº	Contenido	Pág.
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE TABLAS	iv
	LISTA DE GRÁFICOS	v
	LISTA DE ANEXOS	vi
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
VI.	CONCLUSIONES	60
VII.	RECOMENDACIONES	61
VIII.	ABSTRACTO	62
IX.	SUMMARY	63
X.	BIBLIOGRAFÍA	64
XI.	ANEXOS	69

LISTA DE CUADROS

N°	Denominación	Pág.
CUADRO 1.	PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS DEL CULTIVO DEL MAÍZ DE LA SIERRA.	25
CUADRO 2.	PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL MAÍZ DE LA SIERRA.	26
CUADRO 3.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)	33
CUADRO 4.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	41
CUADRO 5.	DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EN LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA (FACTOR A)	42
CUADRO 6.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	43
CUADRO 7.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EN LA INTERACCIÓN DISTANCIAS DE SIEMBRA POR NIVELES DE FERTILIZACIÓN (AXB)	44
CUADRO 8.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN DE PLANTAS POR PARCELA NETA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	45
CUADRO 9.	DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA LA POBLACIÓN DE PLANTAS POR HECTÁREA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EN LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA (FACTOR A).	46

CUADRO 10.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	46
CUADRO 11.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EN LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).	47
CUADRO 12.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	48
CUADRO 13.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA EN LA INTERACCIÓN DE LA DISTANCIAS DE SIEMBRA POR LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (AXB).	49
CUADRO 14.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA MEDIANTE LA TABLA DE COMPARACIÓN DE COLORES IRRI EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	50
CUADRO 15.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA MEDIANTE LA TABLA DE COLORES IRRI EN LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).	51
CUADRO 16.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO (tn/ha) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.).	54
CUADRO 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).	56
CUADRO 18.	CONTENIDO DE N, P, K EN LA PLANTA DE MAÍZ POR CADA TRATAMIENTO	56

CUADRO 19.	CONTENIDO DE MATERIA SECA POR ÓRGANOS DE LA PLANTA DE MAÍZ	57
CUADRO 20.	EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES PARA CADA TRATAMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ	58
CUADRO 21.	ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.	59

LISTA DE TABLAS

N°	Denominación	Pág.
TABLA 1.	REQUERIMIENTOS TÉRMICOS SEGÚN EL CICLO FENOLÓGICO DEL MAÍZ	9
TABLA 2.	CONTENIDO DE NITRÓGENO ASIMILABLE	12
TABLA 3.	CONTENIDO DE FÓSFORO ASIMILABLE (ppm)	15
TABLA 4.	NIVELES DE FERTILIDAD DE POTASIO	17
TABLA 5.	NUTRIENTES ABSORBIDOS POR EL CULTIVO DE MAÍZ CON RENDIMIENTO DE 11,3 tn/ha	18
TABLA 6.	EXTRACCIÓN EN GRANO DE NUTRIENTES PARA PRODUCIR UNA tn. DE GRANO DE MAÍZ	18
TABLA 7.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.	31

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Denominación	Pág.
GRÁFICO 1.	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 60 DDS ENTRE EL CLOROFILÓMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI	52
GRÁFICO 2.	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 80 DDS ENTRE EL CLOROFILÓMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI	53
GRÁFICO 3.	ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 100 DDS ENTRE EL CLOROFILÓMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO.	69
ANEXO 2.	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	70
ANEXO 3.	ALTURA DE PLANTA PRIMER DATO REGISTRADO	70
ANEXO 4	ALTURA DE PLANTA SEGUNDO DATO REGISTRADO	71
ANEXO 5.	ALTURA DE PLANTA TERCER DATO REGISTRADO	72
ANEXO 6.	POBLACIÓN DE PLANTAS (PARCELA NETA)	72
ANEXO 7.	. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA	72
ANEXO 8.	CLOROFILA SPAD PRIMER DATO REGISTRADO	73
ANEXO 9.	CLOROFILA SPAD SEGUNDO DATO REGISTRADO	73
ANEXO 10.	. CLOROFILA SPAD TERCER DATO REGISTRADO	74
ANEXO 11.	CLOROFILA CON TABLA DE COLORES PRIMER DATO REGISTRADO	74
ANEXO 12.	CLOROFILA CON TABLA DE COLORES SEGUNDO DATO REGISTRADO	75
ANEXO 13.	CLOROFILA CON TABLA DE COLORES TERCER DATO REGISTRADO	75
ANEXO 14.	RENDIMIENTO (tn/ha)	76
ANEXO 15.	ANÁLISIS DE SUELO	77
ANEXO 16.	CUADRO REFERENCIAL PARA VALORES NUMÉRICOS SPAD.	78

I. EVALUACIÓN DE DOS DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON N, P, K, EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)

II. INTRODUCCIÓN

El maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y del arroz, cultivándose una superficie total de 106 millones de hectáreas, con un rendimiento de 215 millones de toneladas, lo que representa un promedio de dos toneladas por hectárea; se adapta ampliamente a varias condiciones ecológicas y edáficas, por eso se lo cultivo en casi todo el mundo. (INEC, 2012).

En el Ecuador, también es uno de los principales cultivos, y según el INEC (2012), genera aproximadamente 140 mil plazas de trabajo, beneficiando de forma directa o indirecta a muchas familias Ecuatorianas. Se estima que más del 40% de la superficie cultivada con maíz, está en manos de pequeños agricultores que poseen menos de 20 hectáreas y debido a su extensión limitada y topografía no dan lugar a la aplicación de técnicas mecanizadas para el manejo de este cultivo, pero si es posible aplicar un buen plan de siembra y un plan de fertilización, factores que también determinan en gran medida su rentabilidad.

La importancia de este cereal abarca más campos dentro del desarrollo de la población pues se aprovecha al máximo el material vegetal; así podemos mencionar que los tallos tiernos se los pueden chupar y cuando están secos se usan para forraje de ganado, construcción de chozas, combustible y abono. Además las brácteas que cubren la mazorca son utilizadas en la elaboración de humitas y también se puede elaborar artesanías (Álvarez, 2007).

El uso de distancias de siembra no apropiadas para el cultivo del maíz, sería un factor para limitar su potencial de producción, pudiendo evitar o disminuir la competencia inter específica por luz agua y nutrientes, teniendo como consecuencia plantas de tamaño pequeño, mal formación de mazorcas, granos pequeños y bajo peso, aparte de no aprovechar adecuadamente el área de cultivo y agroquímicos, repercutiendo en los bajos rendimientos al momento de la cosecha. Así la mayor o menor regularidad en la

distribución espacial de plantas, puede generar diferencias en el rendimiento entre lotes con igual tipo y población de maíz. (Semillas Todoterreno, 2011).

A. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador existen variedades de maíz que han sido objeto de varias investigaciones en lo que corresponde a distancias de siembra, niveles de fertilidad, entre otros, con el fin de ayudar a los agricultores a obtener una mejor producción, de esta manera lograremos satisfacer las necesidades de los mismos, colaborando también con la seguridad alimentaria, sostenibilidad rural y supervivencia de generaciones venideras.

El maíz de la localidad de San José de Chazo es muy reconocido debido a sus excelentes características, como tamaño de la mazorca, grosor del grano y rendimiento, el cual según datos obtenidos por Guacho (2013), es de 4830 kg/ha, sin embargo no existen estudios realizados en lo que se refiere a distancias de siembra y niveles de fertilización que aporten a la obtención de índices adecuados de productividad.

Por esta razón la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), a través de la Facultad de Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través del proyecto PIC-12-INIAP-008 SENESCYT, financiado por la SENESCYT, han creído conveniente impulsar el desarrollo de este cultivo y de manera especial en lo que se refiere a las diferentes distancias de siembra y niveles de fertilización de N, P, K, que constituye parte de la información que se requiere para que los agricultores de esta zona obtengan mayores rendimientos, a efectos de incrementar su eficiencia productiva y económica, dado que tienen interés en convertirse en productores de semilla de esta variedad local.

En el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- A. Identificar el efecto de tres niveles con fertilización de N, P, K, en los diferentes estados del ciclo del maíz.
- B. Evaluar la influencia de las distancias de siembra en el rendimiento del maíz.
- C. Analizar económicamente los tratamientos.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. EL MAÍZ

1. Origen

El origen del maíz ha sido causa de discusión desde hace mucho tiempo. Numerosas investigaciones revelan que esta gramínea tiene su origen en México hace unos 7000 años, como el resultado de la mutación de una gramínea silvestre llamada Teosinte (GRUPO SEMILLAS, 2012).

En Ecuador se dice que el cultivo de maíz se desarrolló desde hace 6500 años, pues investigaciones, revelan que en la Península de Santa Elena (Provincia de Santa Elena), por esa fecha ya empezaron a cultivar esta gramínea (GRUPO SEMILLAS, 2012).

2. Taxonomía

La clasificación del maíz puede ser botánica o taxonómica, estructural, y comercial. (Cabrerizo, 2012)

a. Botánica

Reino: Vegetal

Subreino: Embriobionta

División: Angiospermae

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: mays

Nombre científico: *Zea mays* L.

b. Estructural

Cabrerizo (2006), señala que el maíz puede dividirse en varios tipos (razas o grupos), en función de calidad, cantidad y patrón de composición del endospermo. Estos son: el maíz dentado, cristalino, amiláceo, dulce y palomero que se los describe a continuación.

1) *Zea mays indentata*, conocido también como maíz dentado que tiene una cantidad variable de endospermo corneo (duro) y harinoso (suave). La parte cornea está a los lados y detrás del grano, mientras que la porción harinosa se localiza en la zona central y en la corona del grano. Se caracteriza por una depresión o “diente” en la corona del grano que se origina por la contracción del endospermo harinoso a medida que se va secando. Se utiliza principalmente para la alimentación humana y el follaje es aprovechado en alimentación animal.

2) *Zea mays indurata*, conocido como maíz duro por contener una capa gruesa de endospermo cristalino que cubre un pequeño centro harinoso. Además el grano es liso, redondo y cristalino.

3) *Zea mays amilácea*, conocido como maíz harinoso se caracteriza por tener un endospermo harinoso, no cristalino. Es muy común en la región andina del sur de América.

4) *Zea mays saccharata*, conocido como maíz dulce o chulpi, en este tipo de maíz la conversión del azúcar en almidón es retardada durante el desarrollo del endospermo. Se caracteriza también porque su maduración es temprana, tiene mazorca pequeña y un contenido elevado de azúcar en el grano.

5) *Zea mays everta*, conocido como el maíz palomero o reventón, considerado como una de las razas más primitivas y es una forma extrema de maíz cristalino. Además se caracteriza por tener un endospermo cristalino muy duro y presentar una porción muy pequeña de endosperma harinoso. Sus granos son redondos (como perlas), o puntiagudos (como arroz). Se emplea principalmente para el consumo humano en forma de rosetas (palomitas).

6) *Zea mays tunicata*, conocido como maíz tunicado, se caracteriza porque cada grano está encerrado en una vaina o túnica. La mazorca se encuentra cubierta por

“espatas” como los otros tipos de maíz. Se utiliza como fuente de germoplasma en los programas de fitomejoramiento.

c. Comercial

GRUPO SEMILLAS (2012), manifiesta que la clasificación del maíz por colores es una formalidad comercial y las características de los diferentes tipos se presentan a continuación:

- 1) **Maíz blanco.-** Presenta un valor menor o igual a 5% de maíces amarillos. Un ligero tinte cremoso, pajizo o rosado no influye en esta clase.
- 2) **Maíz amarillo.-** De granos amarillos o con un trozo rojizo y que tenga un valor menor o igual al 6% de maíces de otro color.
- 3) **Maíz mezclado.-** Maíz blanco que contenga entre 5,1 a 10 % de maíces amarillos, así como el maíz amarillo que presenta un valor entre 5,1 a 10% de maíces blancos.
- 4) **Maíz negro.-** Presenta un valor menor o igual a 5% de maíces blancos o amarillos. Siendo superior al 10% de maíces oscuros.

3. Características botánicas

Según Maroto (1998), el maíz presenta las siguientes características botánicas:

a. Raíces

Son fasciculadas y su misión es aportar al anclaje de la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

b. Tallo

Es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, robusto y no presenta ramificaciones.

c. Hojas

Son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño. Se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados.

d. Inflorescencia

Es una planta monoica pues presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, además cada flor que compone la panícula contiene tres estambres donde se desarrolla el polen.

La inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas agrupadas a lo largo de un eje, esta mazorca se halla cubierta por hojitas de color verde, terminando en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por estilos.

e. Grano

La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endosperma con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula.

4. Ciclo del cultivo

Las variedades de maíz suave son diferentes para cada zona. Por lo general la mayoría de los productores siembran desde septiembre hasta mediados de enero, coincidiendo la siembra con el inicio del período de lluvias, obteniendo de esta forma un mayor grado

de germinación y producción. El ciclo del cultivo en variedades mejoradas llega hasta los 270 días, sin embargo, el período depende de la variedad y del propósito, si es para choclo o grano seco (INIAP, 2011).

5. Fenología del maíz

La fenología del maíz se divide en dos estados (INTA, 2012).

ESTADOS VEGETATIVOS

VE emergencia
V1 primera hoja
V2 segunda hoja
V3 tercera hoja
V(n) enésima hoja
VT Panoja

ESTADOS REPRODUCTIVOS

R1 sedas
R2 ampolla
R3 Grano lechoso
R4 Grano pastoso
R5 Dentado
R6 Madurez Fisiológica

Dentro del desarrollo de los estados fenológico del maíz ocurren eventos importantes en ciertos estados, que se mencionan a continuación:

V3: El punto de crecimiento está bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo entre la aparición de las hojas y el daño por helada en este estado tiene muy poco efecto en el crecimiento y en el rendimiento final.

V6: En este estado se recomienda completar la fertilización, puesto que el sistema de raíces nodales está bien distribuido en el suelo. También es posible observar síntomas de deficiencias de macro o micro nutrientes.

V9: En este estado varias mazorcas rudimentarias ya se encuentran formadas, la panoja se desarrolla rápidamente en el interior de la planta. Además comienza una rápida acumulación de biomasa, absorción de nutrientes y agua que continuará hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: Aquí se determina el tamaño potencial de mazorca y número potencial de óvulos por mazorca. Dado que se está formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son críticos.

V15: Es el estado más crucial para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y las sedas están comenzando a crecer en las mazorcas superiores.

R1: El número de óvulos fertilizados se determina en este estado. Los óvulos no fertilizados no producen grano y mueren. El estrés ambiental en este momento afecta la polinización y cuaje, especialmente el estrés hídrico que deseca las sedas y los granos de polen. Además a partir del inicio de este estado hasta R5 se produce un rápido llenado del grano por lo que se presenta también ataque de gusano por lo que es necesario realizar controles.

R5: Los granos empiezan a secarse desde la parte superior donde se forma una capa blanca de almidón. El estrés y las heladas pueden reducir el peso de los granos. Llegando a R6 donde el grano alcanza su peso máximo y es cosechado.

B. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

1. Suelo

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero en suelos de textura franca, franco-arcilloso y franco-limoso, con pH de 6,5 a 7,5 es donde se aprecia el mejor desarrollo. Requieren además suelos profundos, ricos en materia orgánica con buen drenaje (Infoagro, 2012).

Yáñez, Zambrano, Caicedo & Heredia (2005), mencionan que el maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo que sean profundos, ricos en materia orgánica y con buena circulación del agua para impedir el encharque y consecuente asfixia de las raíces; por otro lado INIAP (2011), menciona que suelos con las características descritas anteriormente, las semillas germinan con mayor facilidad, las plantas son fuertes y vigorosas, se obtienen mazorcas grandes y granos de calidad.

2. Clima

El maíz suave se cultiva entre los 2200 a 3100 m.s.n.m, en un clima templado frío y sub-cálido, requiere de una temperatura de 10 a 20 °C. Es importante que la temperatura óptima para la germinación de la semilla esté entre los 15 a 20 °C. (Yáñez et.al., 2005).

FAO (2012), manifiesta que el maíz requiere una temperatura que debe estar entre 15 y 30 °C, menciona además que el maíz puede soportar temperaturas mínimas de 8 °C y máximas de 30 °C. Señala además que la temperatura ideal para el desarrollo de la mazorca está entre los 20 a 32 °C.

El Manual Agropecuario (2001), menciona que el maíz requiere de un porcentaje de humedad que está entre 80 –90%, una pluviosidad que va desde los 700 a 1300mm. Además, cada etapa fenológica tiene un requerimiento en particular, conforme se señala en la Tabla 1.

Tabla 1. REQUERIMIENTOS TÉRMICOS SEGÚN EL CICLO FENOLÓGICO DEL MAÍZ

Proceso Fisiológico	Temperatura en °C		
	Mínima	Optima	Máxima
Germinación	10	20-25	40
Crecimiento	15	20-30	40
Floración	20	21-30	30

Fuente: Manual Agropecuario, 2001

C. NUTRIENTES

1. Nitrógeno

El nitrógeno hace que la planta se desarrolle bien y que tenga un intenso color verde en sus hojas, además es un constituyente de la clorofila. Los cultivos bien fertilizados con nitrógeno tienen rendimientos mayores.

El nitrógeno que se encuentra en el suelo es de tipo orgánico e inorgánico, la mayor cantidad es parte integrante de materiales orgánicos complejos del suelo (Germinia, 2010).

a. Compuestos nitrogenados inorgánicos

Las formas inorgánicas del nitrógeno del suelo incluyen: NH_4^{1+} , NO_3^{1-} , NO_2^{1-} , N_2O , NO y nitrógeno elemental. Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo los más importantes son: NH_4^{1+} , NO_3^{1-} y NO_2^{1-} , en cambio el óxido nitroso y el óxido nítrico son las formas del nitrógeno que se pierde en el proceso de desnitrificación (Germinia, 2010).

b. Compuestos nitrogenados orgánicos

Las formas orgánicas del nitrógeno del suelo se encuentran como aminoácidos, proteínas, aminoazúcares y otras formas complejas que se producen en la reacción del amonio con la lignina y de la polimerización de quinonas y compuestos nitrogenados, así como de la condensación de azúcares y aminas. Otro grupo muy estable de aminoácidos y proteínas se encuentran en combinación con arcillas lignina y otros minerales.

El contenido de N en las plantas varía desde uno hasta cinco por ciento y dicho nutriente es absorbido bajo la forma de NO_3^- y/o NH_4^+ . En suelos húmedos, templados y bien aireados la forma de N predominante es el NO_3^- , encontrándose en concentraciones muy superiores al NH_4^+ (Sagan-Gea, 2010).

c. Ciclo del nitrógeno en el suelo

El ciclo del N en el sistema suelo-planta-atmósfera involucra muchas transformaciones entre formas orgánicas e inorgánicas del mismo. Dentro del ciclo del N coexisten procesos de ganancia, pérdidas y el ciclado dentro del suelo, dentro del cual no existen ni pérdidas ni ganancias de N; excepción hecha del N proveniente de la fijación industrial (fertilizantes) o de los gases liberados del quemado de combustibles fósiles, todas las transformaciones del N ocurren naturalmente. Sin embargo, la actividad antrópica puede influir sobre muchos de estos procesos a través de distintas prácticas de

manejo de suelo y cultivo. El conocimiento de los procesos del ciclo del N y de cómo la actividad antrópica influye sobre los mismos, permite optimizar la producción de los cultivos sin afectar la calidad del ambiente (Sagan-Gea, 2010).

d. Pérdidas por volatilización de amoníaco

Rodríguez (1992), manifiesta que la volatilización de amoníaco (NH_3) es el término empleado para describir el proceso por el cual el amoníaco gaseoso es liberado desde la superficie del suelo a la atmósfera. La fuente de amoníaco es el amonio (NH_4^+) del suelo, el que puede originarse por la descomposición de la materia orgánica del suelo (MO), de restos vegetales, de compuestos orgánicos de origen biótico (orina y heces) o derivado de ciertos fertilizantes nitrogenados (urea, amoníaco anhidro o fosfato diamónico).

El incremento de pH produce un aumento en la producción de NH_3 , el cual es perdido a la atmósfera. La capacidad del suelo para contrarrestar el aumento de pH es una de las principales variables que se opone a la producción de amoníaco, incrementándose con el aumento de la materia orgánica. Las pérdidas por volatilización son más elevadas cuando las temperaturas de suelo se incrementan en el rango de 10 a 50° C. Las pérdidas por volatilización son máximas cuando el contenido de humedad del suelo está a capacidad de campo y cuando el mismo se seca lentamente, dado que el secado del suelo aumenta la concentración de NH_3 en la solución (Rodríguez, 1992).

e. Funciones del nitrógeno en la planta de maíz

Las funciones del nitrógeno en la planta según Sagan-Gea (2010), son las siguientes:

- 1) Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento.
- 2) Es un componente de proteínas y otras sustancias proteicas.
- 3) Forma parte de compuestos que permiten que la planta de maíz realicen sus funciones biológicas (fotosíntesis).
- 4) Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética.
- 5) Alarga las fases del ciclo de cultivo.

- 6) Interviene directamente en el rendimiento de la planta de maíz.

f. Deficiencias de nitrógeno en la planta de maíz

La deficiencia de nitrógeno en los suelos produce los siguientes síntomas en la planta de maíz según (Germinia, 2010).

- 1) Hojas pálidas, formando coloraciones verde-amarillentas.
- 2) La floración queda muy restringida.
- 3) Las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos.
- 4) El crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse.
- 5) Los vegetales ahijan poco y deficientemente. Se adelanta la floración y la maduración.
- 6) Reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa.

g. Contenido de nitrógeno en el suelo

Tabla 2. CONTENIDO DE NITRÓGENO ASIMILABLE

ppm de NH_4^+	Kg de NH_4^+ /Ha	Nivel
0	60	Bajo
30-60	60-120	Medio
>60	>120	Alto

Fuente: INIAP, 2011

2. Fósforo

El fósforo es, como el nitrógeno, un importante nutriente de las plantas, pues forma parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta; sin su intervención no sería posible la fotosíntesis (Germinia, 2010).

El fósforo es un elemento esencial para los seres vivos, y los procesos de la fotosíntesis de las plantas, como otros procesos químicos de los seres vivos, no se pueden realizar sin ciertos compuestos en base a fósforo. Sin la intervención del fósforo no es posible que un ser vivo pueda sobrevivir.

Una correcta nutrición fosforada tiene efectos muy positivos en el buen desarrollo radicular y mejora la resistencia a plagas y enfermedades. La deficiencia de fósforo afecta al metabolismo vegetal y se manifiesta en las hojas por coloraciones rojizas. Las plantas lo necesitan para crecer y desarrollar su potencial genético. No es un elemento abundante en el suelo, además forma parte estructural de compuestos fundamentales para la fisiología y desempeña una función única en el metabolismo energético de la planta; sin su intervención no sería posible la fotosíntesis. En la naturaleza, el P forma parte de las rocas y los minerales del suelo (Germinia, 2010).

Las fuentes de P para las plantas son los fertilizantes minerales y los fertilizantes orgánicos; los primeros son compuestos inorgánicos de P que se extraen de yacimientos de “roca fosfórica”. Estos minerales son tratados para hacerlos más solubles para que sean disponibles para las plantas y utilizados para la formación de tejidos y órganos vegetales, en tanto que los compuestos orgánicos son los que se encuentran presentes en la naturaleza sin necesidad de someterlos a transformaciones para que la planta pueda asimilar como por ejemplo el compost, bocashi, o excrementos de animales (Rodríguez, 1992)

a. Formas de fósforo en el suelo

La cantidad de fósforo en el suelo en forma de P_2O_5 en raras ocasiones sobrepasa el 0.5% (1500ppm o 3360kg/ha) (Germinia, 2010)

- 1) El fósforo inorgánico es una fuente para los microorganismos y las plantas.
- 2) El fósforo orgánico al mineralizarse repone el fósforo de la solución.
- 3) El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$) pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que sube el pH.

b. Ciclo del fósforo

El ciclo del fósforo se reduce a los siguientes procesos (Peruecologico, 2010):

- 1) El fósforo se encuentra en la naturaleza en forma de compuestos de calcio (apatita), fierro, manganeso y aluminio conocidos como fosfatos, que son poco solubles en el agua. En los buenos suelos agrícolas el fósforo está disponible en forma de iones de fosfato (P_2O_5).
- 2) Las plantas absorben los iones de fosfato y los integran a su estructura en diversos compuestos. Sin fósforo las plantas no logran desarrollarse adecuadamente.
- 3) Los animales herbívoros toman los compuestos de fósforo de las plantas y los absorben mediante el proceso de la digestión, y los integran a su organismo, donde juegan un rol decisivo en el metabolismo.
- 4) Los carnívoros toman el fósforo de la materia viva que consumen y lo integran a su estructura orgánica, para luego ser incorporado nuevamente al suelo.

c. Funciones del fósforo en la planta de maíz

Favorece el desarrollo de las raíces al comienzo de la vegetación, hace que sus cañas sean más resistentes al encamado, imprescindible para la fotosíntesis, Se activa la flora microbiana de los suelos y, con ello, la descomposición de la materia orgánica y fijación del nitrógeno atmosférico (Germinia, 2010)

d. Deficiencia de fósforo en la planta de maíz

La deficiencia de fósforo en los suelos produce los siguientes síntomas en la planta: Planta atrofiada, coloraciones moradas o rojizas, floración tardía y deficiente, fallos en la fecundación, retraso en lo referente a la maduración, escaso vigor (Germinia, 2010).

e. **Contenido de fósforo asimilable**

Tabla 3. CONTENIDO DE FÓSFORO ASIMILABLE (ppm)

FÓSFORO ASIMILABLE.	
Contenido en ppm	Categoría
0 – 15	baja
15,1 – 30	media
30,1 – 50	alta
50,1 – 75	rico
>75	muy rico

Fuente: Arcos, 2005

3. Potasio

El potasio es absorbido como ion potásico K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables. El fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (Ramírez, 1991).

Llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (Ramírez, 1991).

Cuando el potasio entra en el sistema metabólico de las células, forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las mismas, que sirven para regular el potencial osmótico celular, regulando así el contenido de agua interna (Rodríguez, 1992).

El potasio según Rodríguez (1992), es absorbido por la planta en su forma catiónica, K^+ . La absorción en el suelo está relacionada a la concentración de otros cationes, como es el caso de magnesio (Mg^{++}), por problemas de competencia iónica, en la cual son

absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva que los que tienen mayor cantidad.

El potasio interviene además, fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, y en la estimulación enzimática (Rodríguez, 1992).

Deficiencias de potasio pueden ocasionar los siguiente trastornos: disminución de la fotosíntesis, disminución del traslado de los azúcares a la raíz, acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas, aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putrescína, que inicia los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos, se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos (Rodríguez, 1992).

a. Síntomas de deficiencia en la planta de maíz

Según Rodríguez (1992), los síntomas que presentan los vegetales ante la deficiencia de potasio se pueden generalizar en reducción del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento, los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis, las hojas tienden a enrullarse, amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores.

b. Cualidades positivas del potasio en la planta de maíz

La abundancia de este elemento según Rodríguez (1992), se manifiesta en las siguientes características: mayor crecimiento y vigor, buen desarrollo de flores, frutos y semillas, resistencia al frío y enfermedades criptogámicas, aumento en la calidad de los frutos.

c. Contenido de potasio en el suelo

El contenido de potasio en el suelo se puede considerar dentro de los siguientes valores:

Tabla 4. NIVELES DE FERTILIDAD DE POTASIO

Nivel	Ppm	meq/100g
Bajo	0-75	0-0,19
Medio	75-150	0,20 -0,38
Alto	>150	>0,38

Fuente: Arcos, 2005

d. Extracción de nutrientes

Un buen rendimiento de maíz absorbe muchos nutrientes. Requiere que el suelo esté bien suplido de elementos nutritivos. Los rendimientos de maíz se han incrementado gracias al desarrollo de nuevos híbridos, mejores técnicas de cultivo y a un mejor entendimiento de los requerimientos del cultivo (García, 2012).

Altos rendimientos también requieren de siembras tempranas, nutrientes suficientes y balanceados y de un excelente control de plagas, malezas e insectos.

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 (INIAP, 2011).

El maíz absorbe cerca del 30% de los requerimientos de P_2O_5 - 33.6 Kg durante los primeros 50 días. El fósforo es vital para el desarrollo inicial de la raíz y la plántula, la absorción depende en gran medida de la temperatura del suelo, la humedad y de su nivel de fósforo. La colocación de P_2O_5 en surco o abajo de la semilla es especialmente importante en las zonas o épocas frías. Además el desarrollo del grano requiere de unos 78.4 Kg adicionales de fósforo (P_2O_5). La tasa de absorción alcanza su máximo nivel a 1.7 kg de P_2O_5 /ha/día después de aproximadamente 60 días de crecimiento (García, 2012).

El maíz absorbe cerca del 30% de sus requerimientos de K_2O - 140 Kg durante los primeros 50 días. La tasa de absorción de potasio es máxima a los 5 kg/ha/día durante el segundo período de crecimiento de 25 días. El maíz absorbe mucho de sus requerimientos de potasio durante el crecimiento temprano, absorbiendo el 75% del total de K_2O antes de la época de formación de la mazorca (García, 2012).

Tabla 5. NUTRIENTES ABSORBIDOS POR EL CULTIVO DE MAÍZ CON RENDIMIENTO DE 11,3 tn/ha

	N	P₂O₅	K₂O
GRANO	190	78	54
TALLO	78	34	215
TOTAL	268	112	269

Fuente: García, 2012

Tabla 6. EXTRACCIÓN EN GRANO DE NUTRIENTES PARA PRODUCIR UNA tn. DE GRANO DE MAÍZ

NUTRIENTE	EXTRACCIÓN kg/tn
Nitrógeno	14,5
Fósforo	3
Potasio	4

Fuente: García, 2012

D. DENSIDAD DE SIEMBRA

El portal Semillas Todo Terreno (2011), señala que para acercarnos a la densidad de siembra, tenemos que empezar con la densidad de plantas. Hay que tener bien claro que estamos hablando de dos cosas distintas. La densidad de plantas es la cantidad de plantas (adultas) que logramos por hectárea. La densidad de siembra es la cantidad de semillas que depositamos en una hectárea de terreno. Las dos cantidades no son iguales, ya que una fracción de la semilla o las plántulas se pierden antes de desarrollarse.

La densidad de plantas recomendable depende de varios factores según Hidalgo (2003), las condiciones agroecológicas y el manejo: Conforme mayor sea la fertilidad del suelo, la fertilización, o en general las condiciones de crecimiento, mayor densidad podemos

sostener y viceversa, conforme más plantas queramos soportar, más tenemos que fertilizar y mejores condiciones tenemos que procurar. En la práctica, esto significa que las densidades recomendables pueden ir desde tal vez 50 mil plantas en temporal, laderas, suelos que no retienen bien el agua, hasta alrededor de 100 mil en las mejores condiciones.

1) La variedad: Híbridos bajos, de 2 metros de altura, y precoces, requieren mayor densidad que híbridos altos y tardíos para lograr el máximo rendimiento, criollos y algunos híbridos malos “no aguantan” densidades medianas: Se acaman si se siembran en densidades demasiado altas. Se comenta que los híbridos con hojas erectas se prestan para densidades mayores que los híbridos con hojas dobladas, este principio también se aplica a variedades.

2) El riesgo de sequía: En caso de sequía, una densidad alta es contraproducente. Por lo tanto, conviene trabajar con densidades un poco más modestas en zonas donde los años de sequía son frecuentes.

Ahora, hay que mencionar que inevitablemente se pierden algunas semillas o plántulas, por falta de germinación, falta de vigor, falta de contacto con el suelo, preparación deficiente de la cama de siembra, piedras y encostramientos, plagas y enfermedades, fallas de la sembradora, falta de cuidado del sembrador, etc. El porcentaje de pérdida es muy variable, pero sugieren que es prudente calcular con por lo menos un 20% más. Tenemos que aumentar la densidad de siembra en la misma proporción en la que esperamos tener pérdidas de semilla o plántulas. Es decir, si queremos 80 mil plantas, tenemos que sembrar 100 mil semillas. En condiciones de emergencia difíciles (Semillas Todoterreno, 2011).

Bertoia (2010), manifiesta que la densidad de siembra es otra de las variables que los diferencia siendo el objetivo la producción de grano, existirá una densidad óptima a partir de la cual el rendimiento no aumenta se mantiene estable, para luego decaer si seguimos aumentando el número de plantas por ha.

La densidad de siembra dependerá de las características de la variedad y/o híbrido de maíz. Para el caso de variedades se recomienda sembrar a distancia de 0.80 m entre hileras o surcos y 0.50 m entre plantas, colocando tres semillas por golpe y a 20 días realizar un raleo que consiste en ir eliminando una planta dejando únicamente 2 plantas

por sitio, con lo que se logra una densidad poblacional de 50.000 pltas/ha; también se puede sembrar a 0.80 m entre hileras por 0.40 m entre golpes colocando 3 semillas a la siembra y proseguir con la operación arriba mencionada, para obtener una densidad de plantas (70.000; 83.000 ptas/ha). La cantidad de semilla que se requiere para una hectárea es de 25 kilogramos (Hidalgo, 2003).

Reyes (2013), asegura que la cantidad de semillas por metro de surco, la distancia entre surcos y finalmente la población de plantas por hectárea es determinante en el rendimiento del maíz, pero el uso de semilla de más, no solo no incrementa la cosecha sino que incide en mayores costos por hectárea que reducen la rentabilidad.

En este sentido se han desarrollado diversos trabajos de investigación enfocados a precisar la densidad de población óptima y que no represente una baja rentabilidad. A través de estos trabajos se comprobaron que aumentar la dosis de semilla sobre las 85 mil plantas por hectárea no influye en mayores rendimientos (Reyes, 2013).

Bertoia (2010), afirma que el rendimiento en maíz es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas. Bajo condiciones de riego y fertilización, reducciones de 75% en la densidad correcta producen mermas de rendimiento cercanas al 50%, mientras que la duplicación de la densidad inicial disminuyó el rendimiento un 20%. Un pronunciado incremento en el aborto de granos y de individuos estériles en las densidades excesivas y su escasa capacidad de compensación, tanto vegetativa (en cobertura por planta) como reproductiva (en rendimiento por planta) en las densidades reducidas, explican esa sensibilidad en maíz.

El propósito de una aplicación de fertilizantes, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes cuando lo demande sus diferentes etapas de desarrollo y que la mayor o menor cantidad de granos y su peso es el resultado de la fotosíntesis y la respiración; estas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes (Berotia, 2010).

La distancia entre surcos recomendada es de 0,8 m, con 2 semillas cada 0,5m en las hileras, se necesita entre 25 a 30 kg de semilla/ha (Yáñez et.al., 2005).

En el caso de híbridos se utiliza de 15 a 20 kg/ha y se siembra a una distancia de 75 a 100cm entre surco y de 20 a 25cm entre plantas (Manual Agropecuario, 2001).

Además Cabrerizo (2012), menciona que la separación entre líneas es de 0,8 a 1 m y la separación entre los sitios es de 20 a 25 cm.

E. MANEJO DEL CULTIVO

1. Preparación del terreno

Según Bartolini (1990), la preparación del suelo es muy importante para el correcto desenvolvimiento del cultivo y se puede realizar una labor de alza, la cual consiste en romper la compactación del suelo y enterrar los rastrojos de la cosecha anterior. Además con esta actividad se eliminan malas hierbas perjudiciales para el cultivo.

Se recomienda realizar la preparación del suelo con tiempo de anticipación antes de la siembra, con el propósito de que la materia orgánica presente en el suelo sufra un proceso de descomposición adecuado. En disposición de maquinaria se realiza las labores de arada, rastrada y surcada (Yáñez, 2007).

2. Siembra

Para realizar la siembra es necesario tener semillas con un alto porcentaje de germinación, vigor y libre de enfermedades (Yáñez et.al., 2005).

La semilla debe ser de calidad para garantizar una óptima producción. La distancia de siembra dependerá del clima y las variedades. La profundidad de siembra está en función a la textura del suelo, llegando hasta 10 cm en suelos arenosos, 7 cm en suelos arcillosos y si los suelos son húmedos la profundidad de siembra será de 5 cm. (Manual Agropecuario, 2001)

Cabrerizo (2012), menciona que la siembra debe realizarse cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12 °C, depositando la semilla a una profundidad de 5 cm, en sitios, llano o surcos.

3. Fertilización

Se recomienda realizar en la preparación del suelo un abonamiento donde se puede utilizar: compost, humus de lombriz, bocashi, gallinaza y estiércol de vaca bien

descompuestos, siempre y cuando el abono orgánico sea de buena calidad y contenga al menos 1% o más de nitrógeno, en este caso debe aplicar 100 quintales/ha en suelos con alto contenido de nutrientes y 200 quintales/ha en suelos con bajo contenido nutrientes. También se puede aplicar 200 a 400 g de compost por sitio o golpe (INIAP, 2011).

Es necesario disponer previo a la siembra un análisis químico de suelo y seguir las recomendaciones que se sugieren. Si la cosecha es para grano seco se recomienda aplicar: en suelos de fertilidad intermedia N y P₂O₅ en dosis de 80 y 40 kg/ha respectivamente, para cubrir estas necesidades se puede aplicar dos sacos de 18-46-0 más tres sacos de urea, o también se puede aplicar tres sacos de 10-30-10 más tres sacos de urea. Este fertilizante compuesto se deberá aplicar al momento de la siembra a chorro continuo, al fondo del surco, fraccionando el nitrógeno; 50% al momento de siembra y el restante después de 45 días, aplicando en banda lateral a 10 cm de las plantas e incorporando en el momento del aporque. Si la producción es para choclo se recomienda aumentar la cantidad de urea a 4 sacos por hectárea (Yáñez et.al., 2005).

Para maíz suave, INIAP (2011), recomienda usar en el momento de la siembra FERTIBACTER – MAÍZ (300g/30 kg de semilla) que es un Biofertilizante que contiene bacterias (microorganismos del suelo) del género *Azospirillum*, las cuales estimulan principalmente el ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que aumenta significativamente la superficie de la absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo. Esta bacteria también tiene la habilidad de tomar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable por las raíces de las plantas de maíz, de esta manera se consigue una mayor producción.

Según el boletín divulgativo N° 406 del INIAP (2011), el uso excesivo de fertilizante produce acidez en los suelos, el mismo que puede ser corregido aplicando carbonato de calcio unos 30 días antes de la siembra. Existen suelos con deficiencias de micronutrientes como magnesio y azufre, que puede ser corregido con aplicaciones de Sulpomag en dosis recomendada por el análisis de suelo.

4. Control de malezas

Se puede realizar el control de malezas con el método químico, donde se recomienda aplicar Atrazina en pre-emergencia y post-emergencia en dosis de 2 kg/ha. (Infoagro, 2012).

Los herbicidas deben aplicarse en pre-emergencia de malezas y del cultivo sobre suelo húmedo, pero si existe una alta presencia de malezas se recomienda aplicar herbicidas selectivos como atrazina, en dosis de 2 kg/ha. Pero si se quiere manejar el cultivo de la forma más amigable con el medio ambiente se recomienda realizar deshierbas oportunas (Yáñez et.al., 2005).

Las malezas pueden ser también controladas con el método cultural, que consiste en la rotación de cultivos, el arado y la utilización de semilla certificada, libre de semilla de mala hierba (Gabela & Cárdenas, 1989).

5. Raleo

El raleo o aclareo es una labor del cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño que oscila entre 25 a 30 cm, esta labor tiene como fin dejar una sola planta por golpe, eliminando las restantes. Esta actividad puede ir acompañado de otra labor como es la de romper las costras endurecidas del terreno para favorecer el desarrollo de raíces adventicias (Infoagro, 2012).

6. Rascadillo o deshierba

Esta actividad se realiza cuando la planta ha alcanzado un altura de 25 a 30 cm. Con ésta labor se afloja el suelo, se da aireación a las raíces y se eliminan las malas hierbas (INIAP, 2011).

7. Aporque

La operación de aporque consiste en arrimar, formar y aplicar una cantidad considerable de tierra al pie de las plantas. Las ventajas de esta labor son; eliminar malezas, ayudar a que las raíces aéreas alcancen a fijarse en el suelo, impedir el acame de las plantas por

influencia del viento y facilitar el riego. Esta actividad debe realizarse a los 20 ó 30 días después de la deshierba o rascadillo, para el cual se utilizará un azadón, además durante esta labor se colocará en forma lateral el 50% del abono enriquecido en nitrógeno (Yáñez et.al., 2005).

8. Riego

No es conveniente que el cultivo pase períodos de falta de agua puesto que los estomas se cierran, se reduce la fotosíntesis y el rendimiento final es menor. Durante la floración la falta de agua es perjudicial, lo que puede llegar a representar una disminución del 30 % de la producción (Manual Agropecuario, 2001).

El cultivo de maíz necesita una cantidad considerable de agua (5 mm/día), en la fase de emergencia requiere de poca humedad pero en la fase de crecimiento la necesidad de agua se incrementa recomendando dotar de un riego 10 ó 15 días antes de que inicie la etapa de floración. La fase de floración es un período crítico pues el buen suministro de agua al cultivo, favorecerá la formación y llenado del grano. Mientras que en la etapa de engrosamiento y maduración de la mazorca la necesidad de agua disminuye (Yáñez, 2007).

9. Controles fitosanitarios

a. Plagas

Las plagas más importantes del cultivo de maíz se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS DEL CULTIVO DEL MAÍZ DE LA SIERRA.

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Gusano del choclo	<i>Heliothis zea</i>	Aceite doméstico <i>Bacillus thuringiensis</i>	2 lt / ha 250 g / ha
Gusano cortador	<i>Agrotis ipsilon</i>	Endosulfán Acefato Cartap hydrochloride	1 lt / ha 0.8 lt / ha 150 g / 100 lt
Gusano cogollero	<i>Agrotis deprivata</i>	Aceite doméstico Malathión Dimetoato	2 lt / ha 3.6 kg / ha 0.5 lt / ha
Pulgón del maíz	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Pirimicarb Clorpirifos	300 g / ha 0.5lt / ha
Nemátodo lesionado	<i>Pratylenchus</i> sp.	Terbufos	10 -20 kg / ha en bandas 3 g / m2
Nemátodo espiral	<i>Helicotylenchus</i> sp.	Isazofos Benfuracarb	4 g / m2 2.5 lt / ha

Fuente: Infoagro, 2012

b. Enfermedades

Las enfermedades de mayor incidencia se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2 PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL MAÍZ DE LA SIERRA.

Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	Dosis
Mancha de la hoja	<i>Drechslera turcica</i>	Fosetil-aluminio Cyproconazol	2.5 g / lt 250 ml / ha
Mancha de la hoja.	<i>Diplodia macrospora</i>	Propineb Hexaconazole	kg / ha 400 ml / ha
Pudrición de la Mazorca	<i>Fusarium sp.</i>	Bitertanol Triadimefon	0.5 lt / ha 1,5 kg / ha
Mancha asfalto.	<i>Phyllacora myidis</i>	Benomyl Clorotalonil	250 g / ha 1.75 lt / ha
Roya	<i>Puccinia polysora</i>	Tridemorph. Carbendazin	0.5 lt / ha 0.5 kg / ha
Pudrición basal	<i>Erwinia sp.</i>	Oxicloruro de Cobre	200 g/ha 4.0 lt/ha
Raquitismo	<i>Virus del mosaico</i>	Erradicación de vectores	-

Fuente: Infoagro, 2012

10. Cosecha

La cosecha en choclo se realiza cuando el grano está en estado “lechoso”; para humitas en estado semi-pastoso o “cao” y para semilla se cosechará cuando ha alcanzado la madurez fisiológica que se identifica cuando en la base del grano se observa una capa negra (Yáñez et.al., 2005).

La cosecha se realizó de forma manual depositando la mazorca en recipientes o sacos, debe hacerse cuando el grano esté seco, debido a que un alto contenido de humedad en el grano dificulta su conservación ya que sufren deterioro y se vuelven susceptibles a pudriciones. Se debe tener cuidado con hongos que ocasionan el apareamiento de micotoxinas (FAO, 2012).

11. Post-cosecha

Dentro de la actividad de post-cosecha La selección de las mazorcas es una actividad muy importante pues aquí se eliminan las mazorcas dañadas por plagas, enfermedades, pequeñas y deformes, pues se busca obtener mazorcas que tengan el grano grueso y uniforme. Luego en la etapa de desgrane de las mazorcas es necesario además desechar todos los granos dañados y podridos, además aquí se separa el grano comercial del grano que será utilizado para semilla. Otra labor importante dentro de esta actividad es el secado del grano, sobre todo el que está destinado para semilla se debe evitar el colocar la semilla sobre planchas de cemento caliente pues el aumento de temperatura en el grano ocasionara la perdida de viabilidad de la semilla (Yáñez et.al., 2005).

12. Almacenamiento

La mazorca o el grano sea para el consumo o semilla se debe almacenar en un lugar fresco y seco donde la temperatura oscile entre 10 a 12 °C y la humedad relativa sea menor a 60%. Además se debe considerar que el porcentaje de humedad del grano debe ser inferior al 12% (Yáñez et.al., 2005).

El gorgojo es la principal plaga que ocasiona severas pérdidas durante el almacenamiento del grano, por ello se recomienda utilizar Gastoxin o Gastion en dosis de 6 a 10 pastillas de 3 gramos, por cada 5 quintales de mazorca o grano.

Además es muy importante tapar completamente con un plástico grueso el maíz o poner en un tanque de plástico y taparlo durante tres días debido a que las pastillas se gasifican, luego de este tratamiento se podrá almacenar en un lugar fresco y seco. (Monar & Rea, 2003).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se la realizó en la Parroquia San José de Chazo, Cantón Guano, provincia de Chimborazo.

2. Ubicación Geográfica¹

Latitud: 772269 UTM

Longitud: 9830345 UTM

Altitud: 2924 m.s.n.m

3. Condiciones climáticas del ensayo²

Temperatura media anual: 13 °C

Precipitación media anual: 450 – 500mm

Humedad relativa: 50%

4. Características del suelo

a. Características físicas³

1) Textura: Franco – arenoso

2) Estructura: Suelta

3) Pendiente: Plana (< 2%)

¹ Datos registrados con la ayuda del GPS.

² Plan de ordenamiento territorial San José de Chazo

³ Laboratorio de suelos INIAP Santa Catalina

- 4) Drenaje: Bueno
- 5) Profundidad: 50 cm

b. Características químicas⁴

- 1) pH: 6,4 (ligeramente ácido)
- 2) Materia orgánica: 0.9% (Bajo)
- 3) Contenido de N: 21 ppm (Bajo)
- 4) Contenido de P: 92 ppm (Alto)
- 5) Contenido de K: 0.39 meq/100ml (Medio)
- 6) Contenido de S: 4,7 ppm (Bajo)
- 7) Contenido de Ca: 3.5 meq/100ml (Bajo)
- 8) Contenido de Mg: 0.83 meq/100ml (Bajo)

5. Clasificación ecológica

Según Holdridge (1987), la zona de vida corresponde a bosque seco – Montano Bajo (bs-MB).

B. MATERIALES DE CAMPO Y LABORATORIO

1. Barreno
2. Semilla
3. Cinta métrica, piola y estacas
4. Balanza
5. GPS

⁴ Laboratorio de suelos INIAP Santa Catalina

6. Tabla de colores IRRI
7. Clorofilómetro SPAD 502
8. Tractor
9. Lápiz y libreta de campo
10. Bomba de mochila
11. Fertilizantes (úrea y muriato de potasio)
12. Cámara fotográfica
13. Envases de plástico
14. Bomba de mochila

C. MATERIALES DE OFICINA

1. Hojas de papel bond
2. Lápiz y libreta de campo
3. Calculadora
4. Computadora e impresora

D. METODOLOGÍA

1. Factores en estudio

Factor A	Distancia de siembra (m)
A1:	1.0m x 1.0m
A2:	0.80m x 0.50m
Factor B	Fertilización
B1	50KgN/Ha. + 20KgK/Ha.
B2	100KgN/Ha. + 40KgK/Ha.
B3	150KgN/Ha. + 80KgK/Ha.

2. Especificaciones del campo experimental

Los tratamientos se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Distancia de siembra 1.00 m. + 50 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 20KgK/Ha.
T2	A1B2	Distancia de siembra 1.00 m. + 100 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 40KgK/Ha.
T3	A1B3	Distancia de siembra 1.00 m. + 150 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 80KgK/Ha.
T4	A2B1	Distancia de siembra 0.80 m. + 50 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 20KgK/Ha.
T5	A2B2	Distancia de siembra 0.80 m. + 100 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 40KgK/Ha.
T6	A2B3	Distancia de siembra 0.80 m. + 150 KgN/Ha.; 0KgP/Ha.; 80KgK/Ha.

Fuente: Chérrez, 2014

a. Características del campo experimental

- 1) Número de Tratamientos: 6
- 2) Número de Repeticiones: 3
- 3) Numero de surcos/parcela: 5
- 4) Longitud del surco: 5m
- 5) Distancia entre surco: 1m y 0,8m
- 6) Área Total del Ensayo: 459 m²
- 7) Área neta Ensayo: 405 m²
- 8) Número de sitios por parcela: 6 ; 11
- 9) Número de semillas/sitio: 3
- 10) Número de plantas por surco: 18 (1m*1m); 33 (d 0,8m*0,5m)

3. Análisis estadístico**a. Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande estuvo constituida por las dos distancias de siembra, y las parcelas pequeñas constituyeron los niveles de fertilización.

b. Análisis de Varianza

CUADRO 3. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

F. de V	Formula	gl
Total	$(r \cdot A \cdot B) - 1$	17
Repeticiones	$r - 1$	2
Distancia de siembra (Factor A)	$A - 1$	1
Error A	$(r - 1)(A - 1)$	2
Fertilización (Factor B)	$B - 1$	2
Int. AB	$(A - 1)(B - 1)$	2
Error B	$A(r - 1)(B - 1)$	8

Elaborado: Chérrez, 2014

c. Análisis Funcional

Para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5% para las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas.

Se determinó el coeficiente de variación expresado en porcentaje.

4. Métodos de evaluación y datos registrados

a. Variables agronómicas

1) Porcentaje de emergencia

Se determinó el número de plántulas emergidas en el total de la parcela, en relación al número de semillas sembradas. Este dato se registró a los 15 días después de la siembra, para expresarlo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Emergencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Plantas emergidas}}{\text{N}^\circ \text{ semillas sembradas}} \times 100$$

2) Altura de planta

Se evaluó a los 60 días después de la siembra y a los 100 días después de la siembra, para esto se necesitó de la ayuda de un flexómetro, la medición se la realizó en centímetros desde el cuello de la raíz hasta el ápice del tallo, se tomaron 5 plantas al azar en cada parcela.

3) Altura de inserción de la mazorca

Esta variable se registró en centímetros, con la ayuda de un flexómetro, en 5 plantas tomadas al azar en cada tratamiento y la medición se la realizó desde el cuello de la planta hasta el punto de inserción de la mazorca más cercana al suelo. Esta variable se la tomó un día antes de la cosecha.

4) Cuantificación de clorofila

Se realizó con el determinador de clorofila SPAD 502. El valor se expresó en valores numéricos SPAD y se realizaron lecturas a los 60, 80 y 100 días (dds), para esto se evaluó 5 plantas de cada parcela neta, este dato sirvió para establecer una relación entre el contenido de clorofila y la absorción de nitrógeno y con ello la altura de la planta y el rendimiento.

5) Comparación de colores IRRI

Esta variable se midió a los 60, 80 y 100 días después de la siembra (dds), se tomó 5 plantas al azar de cada parcela neta. Los datos se tomaron con la tabla de colores desarrollada por el IRRI (Instituto Internacional de Investigación del Arroz), para determinar la relación entre la cantidad de clorofila y la absorción de nitrógeno de una forma sencilla y práctica.

6) Población de plantas por parcela neta

A la cosecha se contó el número de plantas presentes en el área útil de cada parcela, dato que se utilizó para determinar el rendimiento de materia seca.

7) Contenido de materia seca

En el estado R6 (madurez fisiológica), se recolectaron 4 plantas al azar de cada parcela neta, se estableció los pesos de materia fresca de grano, suro y residuos; a continuación, se tomó una submuestra de 500 g para cada una de las partes establecidas; se colocaron en una estufa a 60 °C, hasta obtener un peso constante; de esta manera se logró conocer el porcentaje de materia seca por órganos de la planta en kg/ha, lo que sirvió para el cálculo de extracción de nutrientes del suelo.

Para obtener este dato se requiere de las siguientes fórmulas:

1. Porcentaje de materia seca.

$$\%MS = (PSm/PFm) * 100$$

Donde:

%MS= Porcentaje de materia seca

PSm= Peso seco de la muestra (g)

PFm= Peso fresco de la muestra (g)

2. Peso de la materia fresca.

$$PMF = \frac{POB \times PMF_{4p}}{4 \text{ plantas}}$$

Dónde:

PMF= Peso materia fresca en kg/ha

POB = Población de plantas por Ha.

PMF_{4p}= Peso materia fresca de la muestra en kg (4 plantas/parcela neta)

3. Biomasa de la materia seca en kg/ha.

$$BMS = \frac{PMF \times \% MS}{100}$$

Dónde:

BMS= Biomasa de materia seca en kg/ha

PMF= Peso materia fresca en kg/ha

% MS = Porcentaje de materia seca

8) Rendimiento

Se expresó en tn/ha. Se registró los datos de peso de las mazorcas por parcela neta en kg.

Para conocer el rendimiento aplicamos la siguiente fórmula:

$$R = PC \times D \times MS \times 1 \frac{1000}{86} \times AP$$

Donde:

PC = Peso de campo en kg

D = % de desgrane expresado en forma decimal

MS = Materia seca (100 - % de humedad) en forma decimal

AP = Área de la parcela neta

9) Contenido de N, P, K.

El análisis químico del tejido vegetal se realizó a la madurez fisiológica del cultivo de maíz, se tomaron muestras de 4 plantas por parcela que fueron fraccionadas en grano, suro y residuos para determinar la extracción de nutrientes.

Estas muestras ingresaron al laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina donde fueron secadas y posteriormente se realizó el análisis químico de N, P, K presente.

10) Extracción de nutrientes

Una vez obtenidos los datos de población de plantas, rendimiento de materia seca por órganos y el contenido de macronutrientes (N, P, K) se realizó los cálculos para determinar la cantidad de nutrientes extraídos del suelo, por órganos y por el total de la planta.

Para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$EN = \frac{BMS \times \%N}{100}$$

Dónde:

EN = Extracción del nutriente en kg/ha

BMS= Biomasa de materia seca en kg/ha

%N = Concentración del nutriente en porcentaje

E. MANEJO DEL ENSAYO

La preparación del suelo se realizó el 21 de noviembre del 2013. El día 22 de Noviembre de 2013 se realizó la siembra y fertilización de fondo.

La fecha de siembra fue establecida considerando la época húmeda del lugar sin embargo el clima fue adverso y se presentó una sequía considerable. Se utilizó semilla proveniente de la misma comunidad, la cual no fue desinfectada para tratar de ajustarse lo mejor posible al manejo que realiza el agricultor.

1. Análisis químico de suelo

Para dar inicio al experimento se procedió a realizar una colección de muestras compuestas de suelo a una profundidad de 20 cm. Para conocer el nivel de fertilidad, se analizó pH, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

2. Preparación del terreno

Se realizó labores de arada, rastrada y surcada en forma mecanizada.

La surcada se realizó a un 1,0 metro y 0,8 metros para poder establecer la distancia de siembra.

3. Siembra

La siembra se efectuó de forma manual, colocando 3 semillas por sitio cada 1 metro y 0,5 metros para establecer la distancia de siembra.

4. Aporque

Se realizó un medio aporque (rascadillo) a los 60 días después de la siembra, donde además se realizó la fertilización complementaria de nitrógeno.

Se realizó otro aporque complementario para ayudar el desarrollo de las raíces de anclaje y al mismo tiempo se aplicó la última fertilización complementaria con nitrógeno.

5. Fertilización

Se realizó teniendo en cuenta el análisis físico-químico de suelo, mismo que fue aplicado al momento de la siembra al fondo del surco en lo referente al potasio.

El nitrógeno se fraccionó en tres partes: a la siembra, al rascadillo y al aporque.

El fósforo no se incorporó al suelo ya que según el análisis químico realizado, el suelo tiene alto contenido de fósforo.

6. Control de malezas

Se realizó de forma manual al momento del medio aporque.

7. Control fitosanitario

Una vez verificado que la plaga sobrepasa el umbral económico de daño (2%), se efectuó un control con deltametrina y lambda cihalotrina en una dosis de 1cc por cada litro de agua, esta aplicación se realizó cuatro veces durante el ciclo del cultivo, las

aplicaciones se realizaron evitando las horas de mayor impacto solar para evitar situaciones de stress en la planta.

8. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando el grano llegó a la madurez fisiológica. Se registró los datos de peso de las mazorcas en kg. por parcela neta y se transformó a tn/ha.

9. Pos cosecha

Se realizó el secado del grano exponiendo a este a la luz solar, hasta cuando presentó 14% de humedad.

F. ANÁLISIS FINANCIERO

Se realizó un análisis de beneficio/costo para los tratamientos en estudio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

El análisis de varianza para el porcentaje de emergencia en la evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (Cuadro 4), presentó diferencia estadística significativa para la distancia de siembra (Factor A).

En promedio el porcentaje de emergencia fue 72.15 y el coeficiente de variación de A 7% y B 6,91%.

CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio
Total	17	
Bloques	2	115,7 ns
Distancia de Siembra (A)	1	941,64 *
Error A	2	25,50
Niveles de Fertilización (B)	2	34,91 ns
Int. AB	2	11,43 ns
Error B	8	
CV A %		7,0
CV B %		6.91
Media		72,15

Elaborado: Chérrez, 2014

La Diferencia Mínima Significativa para el porcentaje de emergencia, determinó la existencia de 2 rangos, (Cuadro 5) notándose mayor porcentaje de emergencia en la distancia de siembra de 1.00m. por 1.00 m. con un valor de 79.38 % ubicándose en el rango (a); mientras que la distancia de siembra de 0.80 m por 0.5m se ubicó en el rango (b) con un valor de 64.92 %. El bajo porcentaje de emergencia obtenido se debió a varios factores como la sequía que soportó el ensayo, la no desinfección de la semilla, y el ataque de animales de la dueña del terreno a las plantas recién emergidas, el cual

afectó principalmente a los tratamientos T4, T5, Y T6, que corresponden a la distancia de siembra 0,8 m por 0,5 m. los cuales estuvieron ubicados más cercanamente a la vivienda.

CUADRO 5. DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA EL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA (FACTOR A)

Distancia de siembra	Media (%)	Rango
1,00 m x 1,00 m	79,38	A
0,80 m x 0,5 m	64,92	B

Elaborado: Chérrez, 2014

B. ALTURA DE PLANTA

El análisis de varianza para la altura de planta (Cuadro 6), presenta diferencias altamente significativas para los niveles de fertilización (Factor B), y para la interacción de la distancia de siembra por fertilización (A x B). Los promedios de altura de planta fueron 0.56 m y 1,49 m, y los coeficientes de variación de de A 18,91% y 10,85%, y para B 5,15%, y 6,14% para los 60 y 100 días después de la siembra (dds), respectivamente.

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

Fuente de Variación	gl	60 dds	100 dds
		Cuadrado Medio	Cuadrado Medio
Total	17		
Bloques	2	0,0027 ns	0,12 ns
Distancia de Siembra (A)	1	0,01 ns	0,06 ns
Error A	2	0,0017	0,03
Niveles de Fertilización (B)	2	0,02 **	0,11 **
Int. AB	2	0,01 **	0,1 **
Error B	8	0,00083	0,01
CV A%		5,15	6,14
CV B%		18,91	10,85
Media		0,56	1,49

Elaborado: Chérrez, 2014

La prueba de Tukey al 5% para los niveles de Fertilización con las distancias de siembra (A x B) establece la existencia de 2 rangos, (Cuadro 7), notándose mayor crecimiento en la fertilización con 150 Kg N/ha y 80 Kg K/ha y una distancia de siembra de 1m x 1m alcanzando un valor de 0.69 m, a los 60 días y 1,81 m a los 100 días después de la siembra (dds) obteniendo un rango (a), mientras que las demás distancias y niveles de fertilización obtuvieron un rango (b).

Como era de esperarse el crecimiento de las plantas respondió a los niveles de fertilización aplicados, existiendo una respuesta proporcional a la cantidad de nitrógeno que es el elemento de mayor incidencia en el crecimiento de las plantas. Uhart & Echeverría (2015), manifiestan que a mayor contenido de agua en el suelo, concentración del nutriente en la solución, tasa transpiratoria de la planta y temperatura del suelo y aire, mayor será la absorción de N por la planta, afectando las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación

solar por el cultivo; lo cual concuerda con lo señalado por Torres (2015), quien manifiesta que el Nitrógeno participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta; su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa.

CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE PLANTA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA INTERACCIÓN DISTANCIAS DE SIEMBRA POR NIVELES DE FERTILIZACIÓN (AXB)

Trat	Descripción	60 dds		100dds	
		Medias(m)	Rango	Medias(m)	Rango
T1	Distancia 1m x 1m + (50kgN+ 20kg K)	0,5	b	1,3	b
T2	Distancia 1m x 1m + (100kgN+ 40kg K)	0,54	b	1,52	b
T3	Distancia 1m x 1m + (150kgN+ 80kg K)	0,69	a	1,81	a
T4	Distancia 0,8m x 0,5m + (50kgN+ 20kg K)	0,54	b	1,46	b
T5	Distancia 0,8m x 0,5m + (100kgN+ 40kg K)	0,55	b	1,35	b
T6	Distancia 0,8m x 0,5m + (150kgN+ 80kg K)	0,54	b	1,47	b

Elaborado: Chérrez, 2014

C. POBLACIÓN DE PLANTAS POR PARCELA NETA

Según el análisis de varianza para la población de plantas por parcela neta (Cuadro 8), se observa diferencias significativas para la distancia de siembra (Factor A).

En promedio la población de plantas fue 37.22 y el coeficiente de variación es 15,82% para A y 10.39 % para B.

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN DE PLANTAS POR PARCELA NETA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio
Total	17	
Bloques	2	48,22 ns
Distancia de Siembra (A)	1	1152,00 *
Error A	2	34,67
Niveles de Fertilización (B)	2	7,72 ns
Int. AB	2	13,17 ns
Error B	8	
CV A%		15,82
CV B%		10,39
Media		37,22

Elaborado: Chérrez, 2014

La Diferencia Mínima Significativa para la población de plantas en la distancia de siembra (Factor A) presenta 2 rangos, (Cuadro 9) notándose mayor número de plantas en la distancia de siembra de 0,8 m por 0,5 m con un valor de 45.22 obteniendo un rango (a); mientras que la distancia de siembra de 1,00 m por 1,00 m, se ubicó en el rango (b) con un valor de 29.22 plantas, lo que resulta coherente ya que en una densidad de siembra menor existe mayor número de plantas.

CUADRO 9. DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA PARA LA POBLACIÓN DE PLANTAS POR HECTÁREA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LAS DISTANCIAS DE SIEMBRA (FACTOR A).

Distancia de siembra	Media (Número de plantas/ha)	Rango
1,00 m x 1,00 m	14610	B
0,80 m x 0,5 m	28262,5	A

Elaborado: Chérrez, 2014

D. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA

Según el análisis de varianza para la altura de inserción de mazorca, (Cuadro 10), se observa diferencias significativas para la fertilización (Factor B).

En promedio la altura de inserción de mazorca fue 0.63 m y el coeficiente de variación de A 5.55% y de B 12.51 %.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio
Total	17	
Bloques	2	0,01 ns
Distancias de Siembra (A)	1	0,0004 ns
Error A	2	0,0012
Niveles de Fertilización (B)	2	0,03*
Int. AB	2	0,0011 ns
Error B	8	0,01
CV A%		5,55
CV B%		12,51
Media		0,63

Elaborado: Chérrez, 2014

En la prueba de Tukey al 5% para altura de inserción de mazorca en los niveles de fertilización (Factor B), se determinó la existencia de 3 rangos, (Cuadro 11), notándose mayor altura de inserción de mazorca cuando se aplica 150 kg N/ha y 80 kg K/ha, alcanzando un valor de 0.69 m y ubicándose en el rango (a); mientras la fertilización de 50 kg N/ha. y 20 kg K/ha, se ubicó en el rango (b) con un valor de 0.55 m

El promedio de inserción de la primera mazorca definido por Guacho (2013) con la misma variedad y en el mismo sitio fue de 0,90 m., valor muy superior del obtenido en el presente ensayo (Cuadro 11).

Este comportamiento posiblemente se debió a que Guacho (2013), en su ensayo estableció una fertilización de 207,76 kg N/ha, 45 kg P/ha, y 26,62 kg K/ha, que es un valor muy alto en nitrógeno en comparación a los establecidos en la presente investigación, lo que se traduce en una mayor altura de inserción de la primera mazorca, además se debe hacer hincapié en las condiciones de sequía manifestadas, las cuales repercutieron en el desarrollo de las plantas y por ende en la altura de inserción de la mazorca, lo que concuerda con Lafitte (1992), quién manifiesta que la sequía afecta el crecimiento y la producción de maíz dependiendo de su severidad, sin embargo los tratamientos con mayor cantidad de fertilización obtuvieron la mayor altura de inserción de la primera mazorca debido principalmente al mayor contenido de nitrógeno.

CUADRO 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).

Niveles	Fertilización	Media (m)	Rango
Nivel Bajo	(50 Kg N + 20 Kg K)/ha	0,55	b
Nivel Medio	(100 Kg N + 40 Kg K)/ha	0,66	ab
Nivel Alto	(150 Kg N + 80 Kg K)/ha	0,69	a

Elaborado: Chérrez, 2014

E. CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE CLOROFILA

El análisis de varianza para el contenido de clorofila (Cuadro 12), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para niveles de fertilización (Factor B) a los 60 días después de la siembra y en la interacción distancia de siembra por niveles de fertilización (AxB) presenta diferencias significativas a los 60 días después de la siembra y altamente significativas a los 80 días después de la siembra (dds); mientras que a los 100 días no hubo diferencia estadística para ningunas de las fuentes de variación.

Los promedios del contenido de clorofila expresado en valores numéricos SPAD son 46,96, 45,69 y 53,04, y los coeficientes de variación de A son 8,85%, 11,28% y 2,20% y para B 6,06%, 2,47% y 7,96% a los 60, 80 y 100 días después de la siembra respectivamente.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L).

Fuente de Variación	gl	60dds	80dds	100 dds
		Cuad. Medio	Cuad. Medio	Cuad. Medio
Total	17			
Bloques	2	8,33 ns	42,32 ns	13,69 ns
Distancia de Siembra (A)	1	17,56 ns	1,48 ns	23,58 ns
Error A	2	17,27	26,59	1,36
Niveles de Fertilización (B)	2	77,86 **	4,84 ns	7,2 ns
Int. AB	2	34,22 *	11,93 **	7,64 ns
Error B	8	8,1	1,27	17,83
CV A%		8,85	11,28	2,20
CV B%		6,06	2,47	7,96
Media		46,96	45,69	53,04

Elaborado: CHERREZ, V. 2014

A los 60 días después de la siembra la prueba de Tukey al 5% para la interacción entre las distancias de siembra con los niveles de fertilización indica tres rangos, así para la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y 150 kg N/ha más 80 kg K/ha presentó un valor

de 52,36 alcanzando un rango (a); y un rango (b) para la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y 50 kg N/ha más 20 kg K/ha con un valor de 41,63, lo cual concuerda con Ciampitti, et al. (2015) quien manifiesta que con la aplicación de nitrógeno pueden obtener respuestas variables debido a los diferentes niveles fertilización que para el caso de este ensayo fueron distintos.

Los datos obtenidos con el clorofilómetro Spad 502 para los 80 y 100 días después de la siembra no concuerdan estadísticamente entre los factores en estudio según Técnica-Mente (2015), el SPAD 502 determina la cantidad relativa de clorofila presente mediante la medición de la absorción de la hoja en dos regiones de longitud de onda; en las regiones roja y cercanas a infrarojo, medición que pudo verse afectada por las partículas de ceniza existentes en el área foliar, a pesar de que se realizó una limpieza previa.

Para la interpretación de los valores numéricos SPAD, con el contenido de nitrógeno en la hoja se utiliza una ecuación (ANEXO 16)

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA EN LA INTERACCIÓN DE LA DISTANCIAS DE SIEMBRA POR LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (AXB).

Trat.	DESCRIPCIÓN	60 dds	
		Medias	Rango
T1	Distancia 1m x 1m + (50KgN + 20Kg K)	41,63	b
T2	Distancia 1m x 1m + (100KgN+ 40Kg K)	43,92	ab
T3	Distancia 1m x 1m + (150KgN+ 80Kg K)	52,36	a
T4	Distancia 0,8m x 0,5m + (50KgN+ 20Kg K)	48,63	ab
T5	Distancia 0,8m x 0,5m + (100KgN+ 40Kg K)	45,35	ab
T6	Distancia 0,8m x 0,5m + (150KgN+ 80Kg K)	49,85	ab

Elaborado: CHERREZ, V. 2014

F. CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE CLOROFILA MEDIANTE COMPARACIÓN DE COLORES

El análisis de varianza para el contenido de clorofila (Cuadro 14), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para los niveles de fertilización (Factor B) a los 60, 80 y 100 días después de la siembra.

Los promedios de la clorofila son 3,54, 3,56 Y 3,79 a los 60, 80 y 100 días después de la siembra respectivamente, los coeficientes de variación de A son 5,20 %, 1,05%, 3,17% y para B 4,63, 2,28 y 2,98 a los 60, 80 y 100 días después de la siembra respectivamente.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA MEDIANTE LA TABLA DE COMPARACIÓN DE COLORES IIRI EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

F. Var	gl	60dds	80dds	100 dds
		Cuad. Medio	Cuad. Medio	Cuad. Medio
Total	17			
Bloques	2	0,07ns	0,05 ns	0,01 ns
Distancia de Siembra (A)	1	0,20 ns	0,0022 ns	0,005 ns
Error A	2	0,09	0,01	0,005
Niveles de Fertilización (B)	2	0,54**	0,54 **	0,16 **
Int. AB	2	0,10 ns	0,04 ns	0,00 ns
Error B	8	0,03	0,001	0,01
CV A%		5,20	1,05	3,17
CV B%		4,63	2,28	2,98
Media		3,54	3,56	3,79

Elaborado: Chérrez, 2014

La prueba de Tukey al 5% para el contenido de clorofila según la tabla de colores del IIRI (Instituto Internacional de Investigación del Arroz) determina la existencia de dos rangos: obteniéndose valores de 3,88; 3,90 y 3,98 a los 60, 80 y 100 días después de la siembra, en el nivel de fertilización 150 Kg N/ha más 80 kg K/ha ubicándose en el

rango (a); mientras los niveles de fertilización 50 kg N/ha, más 20 kg K/ha, y 100 kg N/ha más 40 kg K/ha se ubicaron en el rango (b) (Cuadro 15).

Tecnica-Mente (2015), indica que la presencia de clorofila en las hojas de las plantas está estrechamente relacionada con las condiciones nutricionales de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno presente en la hoja. Mendoza et.al. (2006), manifiestan que al aplicar cantidades mayores de nitrógeno aumenta el rendimiento debido a que la clorofila que es el pigmento fotosintético primario de las plantas, corroborándose lo dicho con Germinia (2010), quien señala que la cantidad de clorofila está ligada directamente con el contenido de nitrógeno, reflejándose en el incremento de la productividad.

CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL CONTENIDO DE CLOROFILA MEDIANTE LA TABLA DE COLORES IRI EN LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).

Niveles	Descripción	60 dds		80dds		100dds	
		Medias	R	Medias	R	Medias	R
Nivel Bajo	(50kgN+ 20kg K)/ha	3,38	b	3,40	b	3,72	B
Nivel Medio	(100kgN+ 40kg K)/ha	3,35	b	3,37	b	3,68	B
Nivel Alto	(150kgN+ 80kg K)/ha	3,88	a	3,90	a	3,98	A

Elaborado: Chérrez, 2014

G. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN ENTRE EL CLOROFILOMETRO SPAD 502 Y LA TABLA DE COLORES IRRI

A los 60 días después de la siembra presenta una correlación de 92,84%

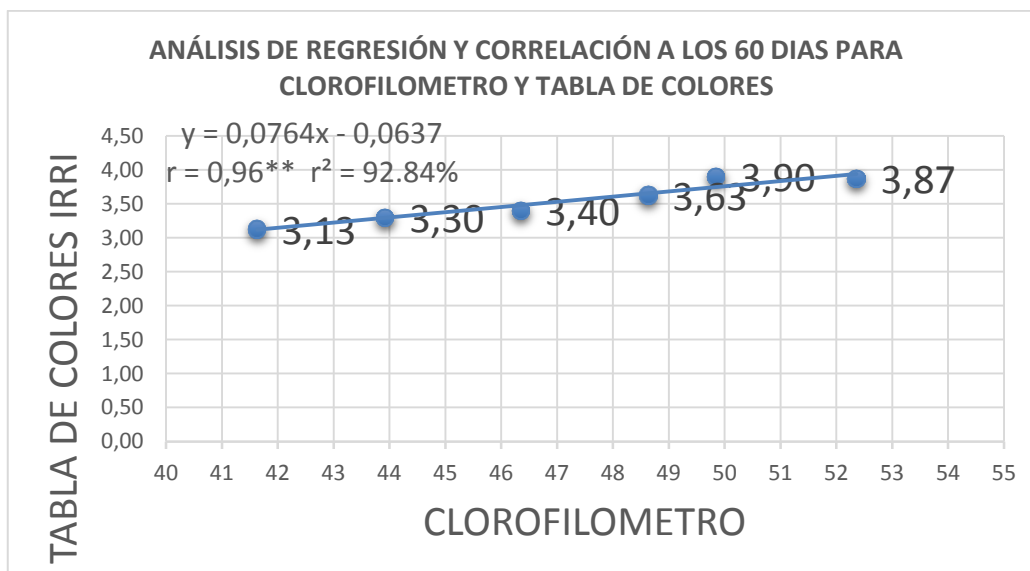


GRÁFICO 1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 60 DDS ENTRE EL CLOROFILOMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI

Elaborado: Chérrez, 2015

A los 80 y 100 días después de la siembra presenta una correlación de 34,63% y 3,61% respectivamente, esto se debe a que el clorofilómetro obtuvo datos erróneos debido a la presencia de ceniza volcánica.

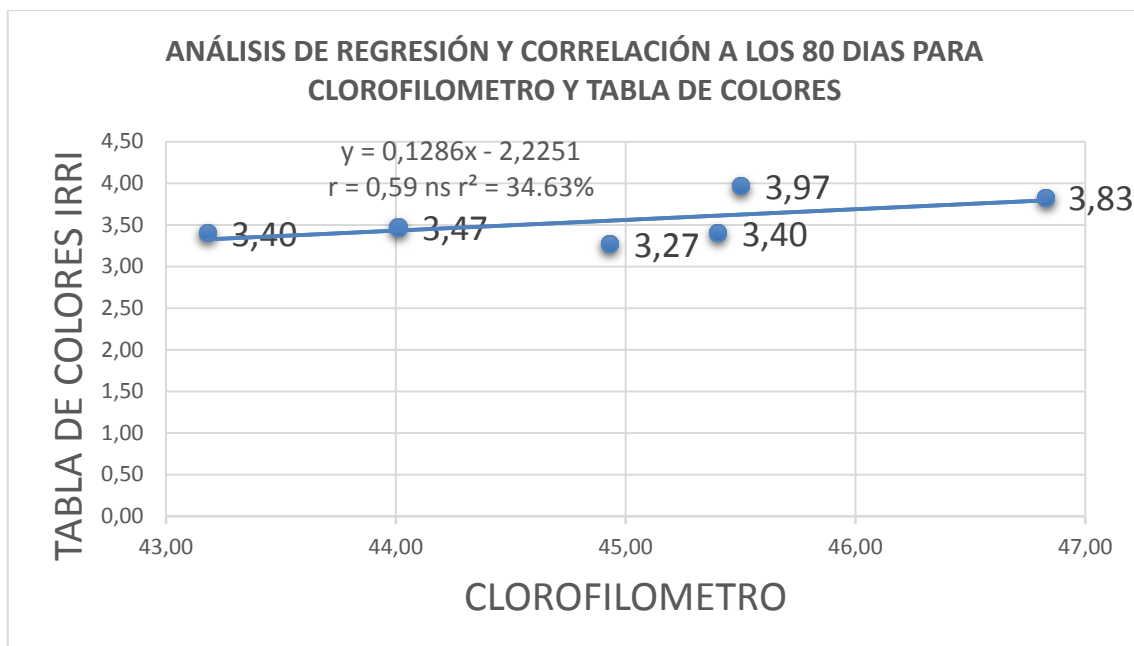


GRÁFICO 2. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 80 DDS ENTRE EL CLOROFILOMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI

Elaborado: Chérrez, 2015

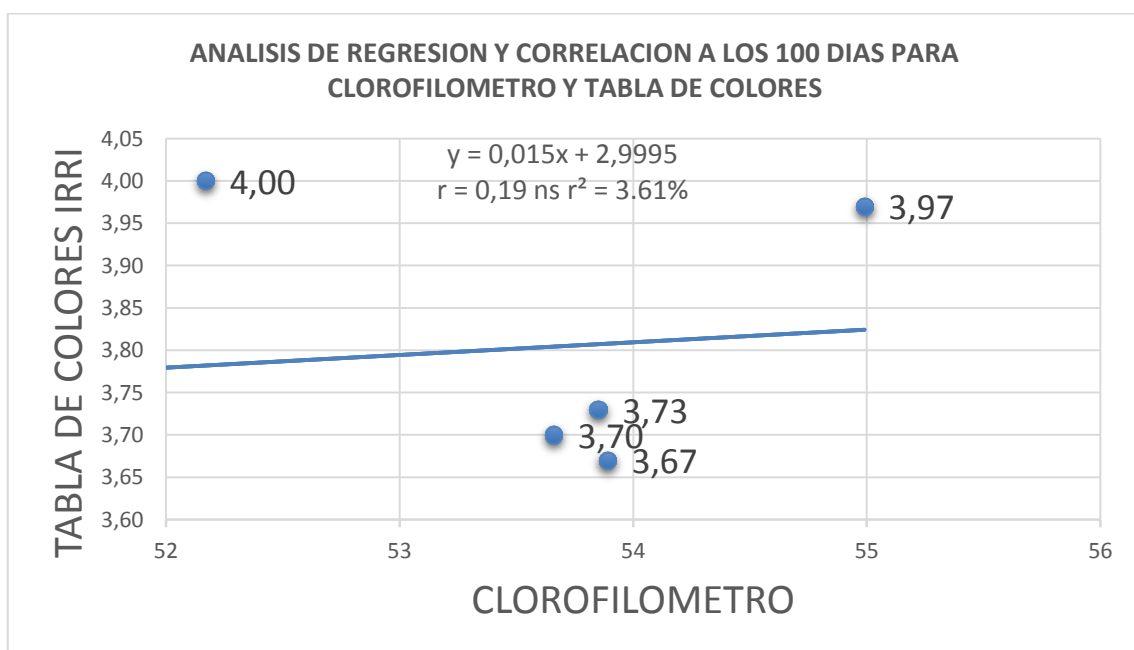


GRÁFICO 3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN A LOS 100 DDS ENTRE EL CLOROFILOMETRO Y TABLA DE COLORES IRRI

Elaborado: Chérrez, 2015

H. RENDIMIENTO (tn/ha.)

El análisis de varianza para el rendimiento en toneladas por hectárea (Cuadro 16), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para los niveles de fertilización (Factor B).

El promedio del rendimiento fue 4,17 tn/ha y el coeficiente de variación de A 24,95% y de B 9,35 %.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO (tn/ha) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.).

F. Var	gl	Cuadrado Medio
Total	17	
Bloques	2	3,07 ns
Distancias de Siembra (A)	1	2,03 ns
Error A	2	1,08
Niveles de Fertilización (B)	2	2,76 **
Int. AB	2	0,31 ns
Error B	8	0,15 ns
CV A%		9,35
CV B%		24,95
Media		4,17

Elaborado: Chérrez, 2014

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (tn/ha) en los niveles de fertilización (FACTOR B), existen 3 rangos, (Cuadro 17), notándose mayor rendimiento en el nivel de fertilización 150 kg N/ha más 80 kg K/ha con un valor de 4,95 tn/ha ubicándose en el rango (a); mientras el nivel de fertilización con 50 kg N/ha más 20 kg K/ha se ubicó en el rango (c) con un valor de 3,72 tn/ha.

El nivel de fertilización 150 kg N/ha más 80 kg K/ha, alcanzó un rendimiento de 4,95 tn/ha, valor que se encuentra dentro de los rangos de productividad manifestados por Guacho, E. (2013), quien menciona que el rendimiento promedio de los agricultores de la zona es de 4,83 tn/ha; en el ensayo realizado por el mismo autor en diferentes

accesiones de maíz de Chazo alcanza un rendimiento mínimo de 3,9 tn/ha. y máximo de 6,0 tn/ha.

El rendimiento alcanzado con el nivel de fertilización 150 kg N/ha más 80 kg K/ha es aceptable a pesar de soportar condiciones de sequía, no así los niveles de fertilización con 50 kg N/ha más 20 kg K/ha, y 100 Kg N/ha más 40 kg K/ha, los cuales también estuvieron sometidos a las mismas condiciones pero con niveles menores de N y K.

Esto se puede entender porque el rendimiento del cultivo está en función de la fertilización nitrogenada, a mas de esto se observó una correlación entre el contenido de clorofila y el rendimiento ya que a mayor tasa fotosintética mayor es el contenido de nutrientes que sintetiza la planta lo que al final de ciclo determina el rendimiento, esto concuerda con lo indicado por Mendoza (2006), quien indica que la máxima productividad del grano de los cultivares se observa cuando se aplica mayor cantidad de nitrógeno, Lafitte (1992), por su parte menciona que el cultivo de maíz no puede compensar el efecto producido por la sequía, ni aun cuando las lluvias sean adecuadas el resto del ciclo, esto trae como consecuencia una disminución del contenido de nitrógeno y por ende de la clorofila, lo que se traduce en una disminución del la capacidad de rendimiento del cultivo, cabe recalcar que el rendimiento no solo depende del contenido de nitrógeno sino también de otros elementos como el potasio que es vital para la planta ya que según Herrera (2015), este elemento interviene en la apertura y cierre de estomas lo cual evita la pérdida innecesaria de agua, además aumenta el tamaño del grano de la mazorca y activa más de 60 sistemas enzimáticos que intervienen en la fotosíntesis, es así que el nivel con mayor cantidad de nitrógeno y potasio obtiene el mejor rendimiento.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN (FACTOR B).

Niveles	Fertilización	Media	Rango
Nivel Bajo	(50kgN+ 20kg K)/ha	3,72	c
Nivel Medio	(100kgN+ 40kg K)/ha	3,85	b
Nivel Alto	(150kgN+ 80kg K)/ha	4,95	a

Elaborado: Chérrez, 2014

I. CONTENIDO DE N, P, K, MATERIA SECA Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

El contenido de N, P, K en la planta de maíz de Chazo, presenta como nivel mínimo de nitrógeno el tratamiento T1 (distancia de siembra 1,0m por 1,0m con un nivel de fertilización de 50 kg N/ha más 20 kg K/ha) con 5,29%, y un valor máximo de 6,15% en el tratamiento T5 (distancia de siembra 0,8m por 0,5m y un nivel de fertilización de 100 kg N/ha más 40 kg K/ha), el fósforo presenta como nivel mínimo 1,09% en el tratamiento T1(1,0m por 1,0m; 50 kg N/ha más 20 kg K/ha), y máximo 1,15% en el tratamiento T6 (0,8m por 0,5m; 150 kg N/ha más 80 kg K/ha), el potasio alcanza como mínimo el valor de 4,42% en el tratamiento T5 (0,8m por 0,5m; 100 kg N/ha más 40 kg K/ha) y máximo 4,89% en el tratamiento T3 (1,0m por 1,0m; 150 kg N/ha más 80 kg K/ha).

CUADRO 18. CONTENIDO DE N, P, K EN LA PLANTA DE MAÍZ POR CADA TRATAMIENTO

NUTRIENTE	T1	T2	T3	T4	T5	T6
NITRÓGENO	5,29	5,31	5,47	5,76	6,15	6,03
FOSFORO	1,09	1,10	1,2	1,09	1,01	1,15
POTASIO	4,64	4,69	4,89	4,84	4,42	4,84

Fuente: Laboratorio INIAP, 2015

El contenido de materia seca por órganos de la planta de maíz de Chazo se detalla a continuación en el cuadro 19.

CUADRO 19. CONTENIDO DE MATERIA SECA POR ÓRGANOS DE LA PLANTA DE MAÍZ

ÓRGANOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TALLO	38,60%	50,41%	45,22%	41,25%	48,32%	52,53%
HOJAS	65,13%	56,67%	72,77%	67,29%	70,01%	75,93%
BRÁCTEAS	42,45%	51,97%	46,32%	45,54%	49,69%	54,98%
MAZORCA	65,27%	76,48%	72,65%	67,85%	72,20%	75,35%
GRANOS	69,13%	79,05%	73,52%	74,77%	80,93%	83,29%
TUSA	48,16%	59,78%	53,06%	52,31%	55,08%	61,40%

FUENTE: Laboratorio INIAP, 2015

En el cuadro 20 podemos observar que el tratamiento T6 (0,8m por 0,5m; 150 kg N/ha más 80 kg K/ha) fue el tratamiento en el cual hubo mayor extracción de nutrientes 203,49 kg N/ha, 38,92 kg P/ha y 163,44 kg K/ha, el tratamiento en el cual se observa una menor extracción de nutrientes por parte de la planta fue el tratamiento T1, 102,22 kg N/ha, 21,13 kg P/ha y 89,62 kg K/ha.

INIAP (2011), manifiesta que la extracción de N, P, K, en las plantas de maíz es 132,5, 24,6 y 149 kg/ha respectivamente en un estudio realizado en el cantón Guaranda, provincia de Bolívar, con un rendimiento de 5,5 tn/ha.

Agrolab (2015) manifiesta que la extracción de nutrientes para el cultivo de maíz es de 298 kg N/ha., 55,08 kg P/ha y 247 kg K/ha, alcanzando un rendimiento de 11 tn/ha, en México en maíz híbrido. Cabe recalcar que la extracción de nutrientes depende de la variedades o híbridos de maíz que se utilicen, ya que unas extraen más nutrientes que otras, sin embargo si establecemos una comparación de los datos anteriormente citados concluimos que obtenemos valores menores que los citados por Agrolab (2015), debido a que tienen un rendimiento más alto, ya que hacen uso de un híbrido.

Los valores de extracción de nutrientes citados por INIAP (2011) con un rendimiento de 5,5 tn/ha, tienen relación con los obtenidos en Chazo en el tratamiento T3 (1,0m por 1,0m; 150 kg N/ha más 80 kg K/h) que en el cual se obtuvo mayor rendimiento (5,03

tn/ha); el potasio denota un papel importante debido a que este elemento tiene la capacidad de regular el contenido de agua de la planta, ya que el experimento soportó condiciones severas de sequía, por lo que podemos decir que la variedad Chazo está adaptada a condiciones abióticas adversas.

La cantidad de nutrimentos extraídos del suelo es mayor a los aportados por los tres niveles de fertilización, esto obedece a la existencia de una fertilización orgánica de fondo previa en base a estiércol bovino y pollinaza, además de contar con las reservas de nutrimentos existentes en el suelo (ANEXO 15).

CUADRO 20. EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES PARA CADA TRATAMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ

NUTRIENTE	T1	T2	T3	T4	T5	T6
NITRÓGENO	102,22	114,31	132,37	166,66	188,43	203,49
FOSFORO	21,13	23,65	27,89	31,62	30,84	38,92
POTASIO	89,62	100,82	118,34	139,85	135,53	163,44

ELABORADO: Chérrez, 2015

J. ANÁLISIS ECONÓMICO

El tratamiento T3 que corresponde la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y 150 kg N/ha más 20 kg K/ha es el que presenta el mayor beneficio neto con 2187 dólares, de igual manera presenta el mayor beneficio/costo con un valor de 2,2, lo que quiere decir que por cada dólar invertido en el tratamiento tres se recupera el mismo dólar y se obtiene un rédito de un dólar con 20 centavos.

Los costos, rendimientos, ingresos totales, beneficio neto y relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos de la presente investigación se detallan a continuación en el cuadro 21:

CUADRO 21. ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costos directos	1051,6	1093,4	1151,2	1093,9	1136,5	1199,9
Costos indirectos	615,48	628,02	645,36	628,17	640,95	659,97
Costos totales	1667,08	1721,42	1796,56	1722,07	1777,45	1859,87
Rend. en kilos	1680	1720	2012	1292	1360	1952
Valor de venta en kilos (\$)	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
Ingreso Total (\$)	3326,4	3405,6	3983,76	2558,16	2692,8	3864,96
Beneficio Neto (\$)	1659	1684	2187	836	915	2005
Beneficio/Costo (\$)	2	1,98	2,2	1,49	1,51	2,1

ELABORADO: Chérrez, 2015

VI. CONCLUSIONES

- A.** Los niveles de fertilización son indispensables en cada una de las fases del cultivo, sin embargo podemos recalcar que el nivel de fertilización con 150 kg N/ha más 80 kg K/ha. fue el mejor para el cultivo de maíz en la variedad Chazo debido a que mediante la aplicación de este se obtuvo los mejores rangos en las variables de altura de planta, contenido de clorofila, altura de inserción de la primera mazorca y rendimiento.
- B.** Las distancias de siembra 1,0 m por 1,0m; y 0,8m por 0,5m no influyen en el rendimiento del cultivo de maíz de la variedad Chazo, en la localidad del mismo nombre debido a que presentan valores no significativos en el análisis de varianza.
- C.** Desde el punto de vista económico la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y con un nivel de fertilización de 150 kg N/ha más 80 kg K/ha es el que presenta un mayor beneficio/costo ya que por cada dólar invertido se recupera el mismo dólar y se obtiene un rédito de 1,20 dólares.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Desde el punto de vista agronómico se debería adoptar la distancia de siembra 1,0m por 1,0m con un nivel de fertilización de 150 kg N/ha más 80 kg K/ha, que es el que alcanzó el mayor rendimiento.
- B.** Desde el punto de vista económico se debería adoptar la distancia de siembra 1,0m por 1,0m con un nivel de fertilización de 150 kg N/ha más 80 kg K/ha, debido a que obtuvo una relación beneficio/costo mayor.
- C.** Se debe tomar en consideración realizar un ensayo para determinar la adaptabilidad de maíz variedad Chazo en otras localidades.
- D.** Utilizar la tabla de colores desarrollada por el IRRI para cuantificar el contenido de clorofila, ya que resulta más económica, de fácil manejo y transporte, no presenta distorsión en los datos obtenidos y presenta una correlación muy buena en comparación con el clorofilómetro SPAD 502 en condiciones óptimas.

VIII. ABSTRACTO

La investigación planteó evaluar dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la parroquia San José de Chazo, cantón Guano, provincia de Chimborazo; utilizando un diseño experimental de Bloques Completos al Azar Bifactorial en arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones. Los seis tratamientos son el resultado de la combinación de dos distancias de siembra a 1,0m por 1,0m y 0,8m por 0,5m, y tres niveles de fertilización con 150 kg N/ha más 80 kg K/ha, 100 kg N/ha más 40 kg K/ha y 50Kg N/ha más 20 kg K/ha. Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, altura de planta, población de plantas por parcela neta, altura de inserción de mazorca, cuantificación del contenido de clorofila mediante el clorofilómetro SPAD 502, cuantificación de clorofila mediante la tabla de colores del IRRI y rendimiento en tn/ha. Se determinó que el tratamiento con la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y 150 kg N/ha más 80 kg K/ha (T3) obtuvo los mayores datos en cuanto a: altura de planta, altura de inserción de mazorca, contenido de clorofila y rendimiento, debido a que a mayor contenido de clorofila mayor es el contenido de nitrógeno presente en la hoja, lo que aumenta el rendimiento. Así también las distancias de siembra no presentaron diferencias significativas en el rendimiento, lo que demuestra que no influyen en dicha variable. Desde el punto de vista agronómico y económico se debe adoptar el tratamiento con la distancia de siembra 1,0m por 1,0m y 150 kg N/ha más 80 kg K/ha (T3) debido a que presenta mayor relación Beneficio/Costo.



IX. SUMMARY

This research was carried out to evaluate two planting distances and three levels of fertilization on the cultivation maize (*Zea mays* L.), from San José Chazo parish, canton Guano, Chimborazo province; it used an experimental design of randomized complete block arrangement divided Bifactorial in plots, with three repetitions. The six treatments are the result of two combination planting distances within 1.0m by 1.0m and 0.8m by 0.5m, and three levels of fertilization 150 kg N/ha (Nitrogen kilogram per hectare) K's 80 kg/ha, 100 kg N/ha over 40 kg K/ha and 50 kg N/ha over 20 kg K/ha (Potassium kilogram per hectare). The variables were percentages of emergency, plant height, plant population per net parcel shelf height cob, quantification of chlorophyll content by chlorophyll meter SPAD 502, quantification of chlorophyll color table by IRRI performance tn/ha, it was determined that treatment with planting distance 1.0m by 1.0m and 150 kg N/ha over 80 kg K/ha (T3)(treatment 3) had the highest plant height, height of insertion of ear loaded corn, quantification chlorophyll content and performance main since the higher content of chlorophyll increased the content of nitrogen in the leaf, which increases performance in the cultivation of corn, so planting distances were not significantly different in performance, demonstrating that do not influence this variable. From the agronomic and economic point of view should be adopted treatment with planting distance, 1.0m by 1.0m and 150 kg N/ha over 80 kg K/ha (T3) due to it has a higher benefit/cost ratio and performance.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrolab. (2015). Absorción de nutrientes por las plantas. Disponible en: www.agrolab.com.mx/sitev001 Consultado el: 02/06/2015.
2. Álvarez, J. (2007). Revista Sembrando. El desarrollo del país en buenas manos. BNF. 22-23pp.
3. Arcos, F. (2005). Citado en los apuntes de Fertilizantes I. Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.
4. Bartolini, R. (1990). El Maíz. Segunda Edición. Madrid-España:
Mundi Prensa. 15-20pp.
5. Bertoia, A. (2010). Comportamiento agronómico del maíz. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos89>. Consultado el 10/01/2015
6. Cabrerizo, C. (2012). El maíz en la alimentación Humana. Disponible en: www.infoagro.com. Consultado el 17/09/2013.
7. Ciampitti, I. Boxler, M. & García, F. (2015). Nutrición del maíz: Absorción de nutrientes. Disponible en: [https://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/05CF8009E74668240325780000738249/\\$file/14.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/05CF8009E74668240325780000738249/$file/14.pdf) Consultado el: 21/06/2015
8. CIMMYT. (2012). Ensayos Internacionales de Maíz. México. Disponible en: www.cimmytmaiz.org.mex_azt.com. Consultado el 18/09/2013.
9. FAO. (2012). El cultivo del maíz. Disponible en: www.fao.org Consultado el 18/09/2013
10. Gabela, F & Cardenas, M. (1989). Control de malezas en el maíz de la sierra. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Quito. Boletín Divulgativo N° 105. 1-10 pp.
11. García, (F. 2012). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Disponible en: www.fertilizando.com Consultado el 28/02/2014

12. Germinia, (2010). Nitrógeno y fósforo. Disponible en: www.germinia.cl
Consultado el 18/09/2013
13. Germinia, (2010). Principios de fertilización. Disponible en:
www.germinia.cl/fertiliza/021 Consultado el 21/11/2014
14. Grupo Semillas. (2012). El Maíz en el Ecuador. Disponible en:
www.ecuadorxporta.org/htm/index.htm. Consultado el 12/09/2013.
15. Guacho, E. (2013). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) De la localidad San José de Chazo. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. 53,55, 73-76pp
16. Herrera, A & Lazcano, I. (2015). El potasio ayuda al maíz a soportar el estrés hídrico. Disponible en: www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf Consultado el: 02/06/2015.
17. Holdridge, (1987). Triángulo de las zonas de vida. Disponible en:
www.virtual.unal.edu.co Consultado el 12/09/2013
18. Hidalgo, (2003). Densidad de siembra para el cultivo de maíz. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos89/comportamiento-agronomico>
Consultado el 26/12/2014.
19. Infoagro. (2012). El cultivo del maíz. Disponible en:
www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp. Consultado el 15/09/2013.
20. INEC & MAGAP. (2012). Censo Nacional Agropecuario. Disponible en:
www.magap.gov.ec. Consultado el 17/09/2013.
21. INIAP. (2011). Módulo IV Manejo integrado del cultivo de maíz suave Programa de Maíz. EESC. Quito-Ecuador.

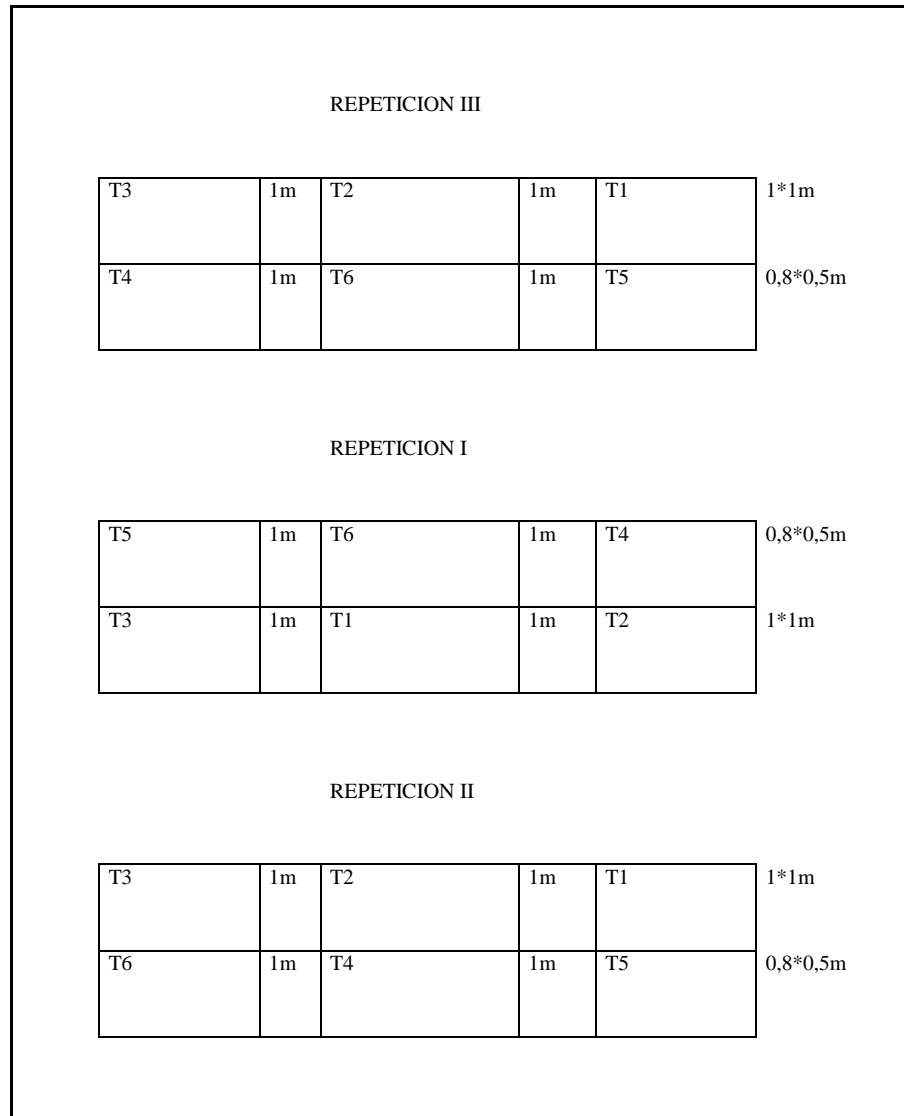
22. INIAP. (2011). Boletín divulgativo N°406 Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador. Programa de Maíz. EESC. Quito-Ecuador. 1-3pp.
23. INIAP. (2011). Boletín técnico N°150 Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. Programa de Maíz. EESC. Quito-Ecuador. 1-3, 19 pp.
24. INTA. (2012). Fenología del maíz. Disponible en: <http://riap.inta.gov.ar>. Consultado el 15/09/2013.
25. INTA, (1997). Nitrógeno en el suelo. Disponible en: www.inta.gov.ar. Consultado el 15/09/2013.
26. Imas, P. (2015). El potasio: Nutriente esencial para aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas. Disponible en: www.iclfertilizers.com/fertilizers Consultado el: 02/06/2015.
27. Lafitte, (1992). Estreses abióticos que afectan al cultivo de maíz. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s12.htm>. Consultado el 28/04/2015.
28. Manual Agropecuario. (2001). Cultivo de maíz. 3ra Edición Barcelona-España: Idea Books. 471-476 pp.
29. Maroto, J. (1998). Horticultura herbácea especial. 4ta Edición. Madrid-España: Mundi Prensa. 589-593 pp.
30. Mendoza, E., Mosqueda, M., Rangel C., López, J., Rodríguez, S., Latournerie, L., Moreno, E. (2006). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la clorofila, materia seca y rendimiento de maíz normal y QPM. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid Consultado el 28/04/2015.
31. Monar, C & Rea, A. (2003). Manejo del maíz en post-cosecha. México, D.F: Mundo. 158-159 pp.

32. Peruecologico, (2010). Ciclo del fosforo. Disponible en: www.peruecologico.com, Consultado el 17/09/2013
33. Ramirez, L. (1991). Nutrientes del suelo. México, D.F: Mundo 58,59 pp.
34. Reyes, G. (2013). Efectos de la densidad de la población sobre el rendimiento del maíz. Disponible en: www.sancamilo.com.ec/maiz.html Consultado el 11/11/2014. Consultado el 17/09/2013
35. Rodriguez, S. (1992). Fertilizantes y nutrición vegetal. Segunda reimpresión. México, D.F.: AGT 47-49 pp.
36. Sagan-Gea, (2010). Nitrógeno. Disponible en: www.sagan-gea.org. Consultado el 17/09/2013
37. Seednews, (2006). Densidad poblacional del cultivo de maíz. Disponible en: <http://www.seednews.com/maiz002/población> Consultado el 02/01/2015.
38. Semillas Todoterreno, (2011). Densidad de siembra y densidad de las plantas de maíz. Disponible en: <http://www.semillastodoterreno.com/maizdensida>. Consultado el 17/08/2013
39. Tecnica-Mente, (2015). Clorofilómetro SPAD 502. Disponible en: [www.tecnicamente.com/clofilómetro/minolta/\\$4587fe/d03215](http://www.tecnicamente.com/clofilómetro/minolta/$4587fe/d03215)
40. Torres, M, (2015) Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Maíz. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20de%20Cultivo%20de%20Maiz.asp>. Consultado el 17/09/2013
41. Uhart & Echeverria, (2015). El rol del Nitrógeno y el Fósforo en la producción del maíz. Disponible en: www.msdssearch.dow.com. Consultado el: 21/08/2015
42. Yáñez, C.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; & Heredia, J. (2005). Inventario Tecnológico del Programa del Maíz. Quito-Ecuador: INIAP-EESC. 2-25 pp.

43. Yánez, C. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. FAO, INAMHI, MAG. Proyecto de emergencia para la rehabilitación Agroproductiva de la Sierra del Ecuador. Quito-Ecuador: FAO/TCP/ECU/3101. 23 p.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO.



Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 2. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	81,11	85,56	72,22	79,63	6,79
1,00 m	Rec.	81,11	87,78	80,00	82,96	4,21
1,00 m	50% + Rec	68,89	86,67	71,11	75,56	9,69
0,80 m	50% Rec.	63,64	73,94	60,00	65,86	7,23
0,80 m	Rec.	63,03	69,70	63,64	65,45	3,69
0,80 m	50% + Rec	66,67	58,79	64,85	63,43	4,13

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 3. ALTURA DE PLANTA PRIMER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	0,50	0,46	0,55	0,51	0,05
1,00 m	Rec.	0,51	0,50	0,60	0,54	0,05
1,00 m	50% + Rec	0,69	0,69	0,69	0,69	0,00
0,80 m	50% Rec.	0,50	0,55	0,56	0,54	0,03
0,80 m	Rec.	0,52	0,54	0,58	0,55	0,03
0,80 m	50% + Rec	0,54	0,57	0,52	0,54	0,02

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 4. ALTURA DE PLANTA SEGUNDO DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	0,63	0,60	0,54	0,59	0,05
1,00 m	Rec.	0,93	0,94	0,91	0,92	0,01
1,00 m	50% + Rec	1,02	0,98	1,02	1,00	0,02
0,80 m	50% Rec.	0,63	0,49	0,70	0,60	0,11
0,80 m	Rec.	0,92	0,91	0,95	0,93	0,02
0,80 m	50% + Rec	1,03	1,00	1,01	1,01	0,02

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 5. ALTURA DE PLANTA TERCER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	1,29	1,23	1,39	1,30	0,08
1,00 m	Rec.	1,64	1,33	1,58	1,52	0,17
1,00 m	50% + Rec	1,82	1,80	1,82	1,81	0,02
0,80 m	50% Rec.	1,58	1,29	1,52	1,46	0,15
0,80 m	Rec.	1,41	1,15	1,49	1,35	0,18
0,80 m	50% + Rec	1,70	1,12	1,59	1,47	0,31

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 6. POBLACIÓN DE PLANTAS (PARCELA NETA)

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	32,00	31,00	32,00	31,67	0,58
1,00 m	Rec.	23,00	34,00	31,00	29,33	5,69
1,00 m	50% + Rec	30,00	23,00	27,00	26,67	3,51
0,80 m	50% Rec.	42,00	51,00	43,00	45,33	4,93
0,80 m	Rec.	36,00	52,00	45,00	44,33	8,02
0,80 m	50% + Rec	43,00	49,00	46,00	46,00	3,00

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 7.. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	0,66	0,55	0,43	0,55	0,12
1,00 m	Rec.	0,71	0,66	0,68	0,68	0,03
1,00 m	50% + Rec	0,69	0,62	0,77	0,69	0,08
0,80 m	50% Rec.	0,63	0,55	0,49	0,56	0,07
0,80 m	Rec.	0,64	0,62	0,66	0,64	0,02
0,80 m	50% + Rec	0,67	0,60	0,78	0,68	0,09

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 8. CLOROFILA SPAD PRIMER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	42,38	35,90	46,60	41,63	5,39
1,00 m	Rec.	41,42	44,72	45,62	43,92	2,21
1,00 m	50% + Rec	56,04	48,98	52,06	52,36	3,54
0,80 m	50% Rec.	45,96	49,76	50,16	8,63	2,32
0,80 m	Rec.	48,58	45,34	45,14	46,35	1,93
0,80 m	50% + Rec	47,20	52,10	50,26	49,85	2,48

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 9. CLOROFILA SPAD SEGUNDO DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	45,59	40,00	43,94	43,18	2,87
1,00 m	Rec.	46,25	40,88	44,90	44,01	2,79
1,00 m	50% + Rec	47,94	44,03	48,52	46,83	2,44
0,80 m	50% Rec.	46,48	44,70	45,02	45,40	0,95
0,80 m	Rec.	45,25	44,25	45,28	44,93	0,59
0,80 m	50% + Rec	45,67	44,98	45,85	45,50	0,46

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 10.. CLOROFILA SPAD TERCER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	57,36	48,20	55,42	53,66	4,83
1,00 m	Rec.	54,46	53,16	54,06	53,89	0,67
1,00 m	50% + Rec	52,66	54,50	57,82	54,99	2,62
0,80 m	50% Rec.	49,20	58,56	53,78	53,85	4,68
0,80 m	Rec.	50,52	45,62	52,84	49,66	3,69
0,80 m	50% + Rec	56,96	48,02	51,54	52,17	4,50

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 11. CLOROFILA CON TABLA DE COLORES PRIMER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	3,00	3,00	3,40	3,13	0,23
1,00 m	Rec.	3,00	3,30	3,60	3,30	0,30
1,00 m	50% + Rec	4,18	4,30	4,20	4,23	0,06
0,80 m	50% Rec.	3,30	3,80	3,80	3,63	0,29
0,80 m	Rec.	3,40	3,50	3,30	3,40	0,10
0,80 m	50% + Rec	3,92	4,04	4,04	4,00	0,07

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 12. CLOROFILA CON TABLA DE COLORES SEGUNDO DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	3,50	3,30	3,40	3,40	0,10
1,00 m	Rec.	3,60	3,30	3,50	3,47	0,15
1,00 m	50% + Rec	4,28	4,28	4,22	4,26	0,03
0,80 m	50% Rec.	3,40	3,30	3,50	3,40	0,10
0,80 m	Rec.	3,30	3,20	3,30	3,27	0,06
0,80 m	50% + Rec	4,04	4,18	4,10	4,11	0,07

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 13. CLOROFILA CON TABLA DE COLORES TERCER DATO REGISTRADO

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% Rec.	3,80	3,70	3,80	3,77	0,06
1,00 m	Rec.	3,80	3,70	3,80	3,77	0,06
1,00 m	50% + Rec	4,38	4,40	4,34	4,37	0,03
0,80 m	50% Rec.	3,80	3,70	3,70	3,73	0,06
0,80 m	Rec.	3,80	3,50	4,00	3,77	0,25
0,80 m	50% + Rec	4,12	4,10	4,02	4,08	0,05

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 14. RENDIMIENTO (tn/ha)

Distancia de siembra	Fertilización	Repeticiones			Means	Desvest
		I	II	III		
1,00 m	50% ec.	4,03	4,24	4,32	4,20	0,15
1,00 m	Rec.	4,56	3,32	5,03	4,30	0,88
1,00 m	50% + Rec	4,87	5,13	5,08	5,03	0,14
0,80 m	50% Rec.	3,12	2,05	4,53	3,23	1,24
0,80 m	Rec.	3,54	2,26	4,40	3,40	1,08
0,80 m	50% + Rec	4,85	3,78	6,00	4,88	1,11

Elaboración: Chérrez, 2014

ANEXO 15. ANÁLISIS DE SUELO



LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



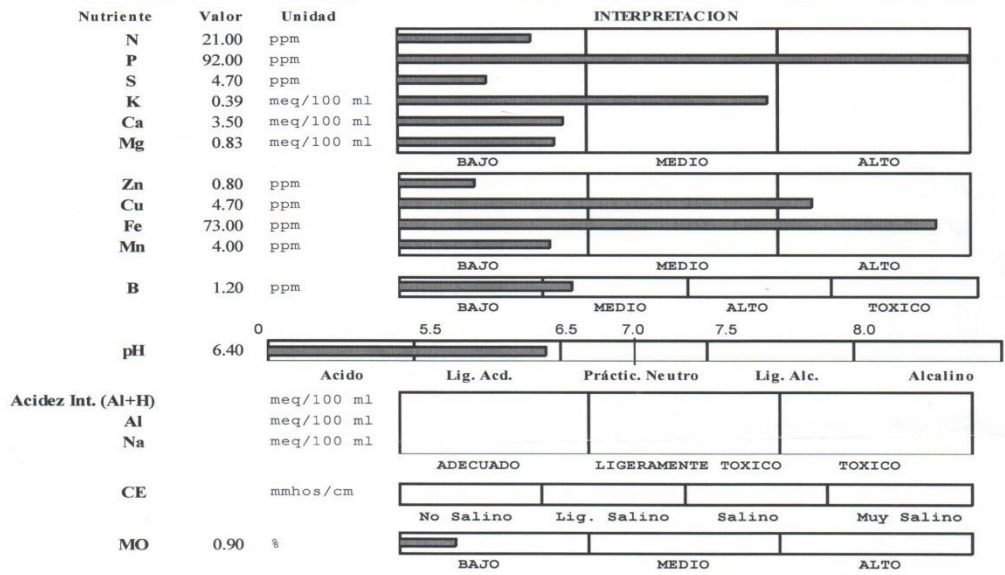
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : CRISTÓBAL LEMA
 Dirección : CHIMBORAZO
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : CRISTÓBAL LEMA
 Provincia : CHIMBORAZO
 Cantón : GUANO
 Parroquia : SAN JOSÉ DEL CHAZO
 Ubicación :

DATOS DEL LOTE
 Cultivo Actual : MAÍZ
 Cultivo Anterior : MAÍZ
 Fertilización Ant. :
 Superficie :
 Identificación : LOTE 2

PARA USO DEL LABORATORIO
 N° Reporte : 3.376
 N° Muestra Lab. : 46365
 Fecha de Muestreo : 17/09/2013
 Fecha de Ingreso : 18/09/2013
 Fecha de Salida : 01/10/2013



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
4,2	2,1	11,1	4,7					

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

ANEXO 16. CUADRO REFERENCIAL PARA VALORES NUMÉRICOS SPAD.

