

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARÍA

“ANTONIO NARRO “

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Eficiencia de la utilización de fertilizantes foliares en el cultivo de Maíz para la reducción de abonado a fondo

(Zea mays, L.).

Por:

JORGE GARCÍA GÓMEZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 201

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO "

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Eficiencia de la utilización de fertilizantes foliares en el cultivo de
Maíz para la reducción de abonado a fondo (Zea mays, L.).

Por:

JORGE GARCÍA GÓMEZ

TESIS PROFESIONAL

Que somete a consideración de H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:



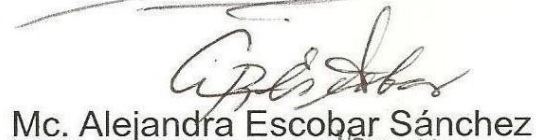
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Sinodal



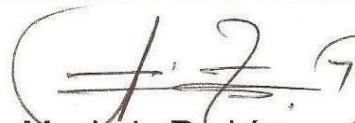
Mc. Cepeda Dóvala Juan Manuel

Sinodal:



Mc. Alejandra Escobar Sánchez

Coordinación de la División de Ingeniería



Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio de 2011.



Coordinación de
Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, Por haberme dado la dicha de nacer, por permitirme tener una familia completa y guiarme siempre de su mano por concluir mi carrera, por otorgarme el milagro de la vida y darme todo lo que tengo aún sin ser merecedor de ello. Ahora le ruego que no me abandone y me permita, contribuir con los conocimientos adquiridos para mejorar las condiciones alimenticias humanidad y a mi familia.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza, Con mucho respeto, por su paciencia, apoyo incondicional por la asesoría y motivación durante la elaboración, conducción y revisión del presente trabajo.

Mc. Cepeda Dovala Juan Manuel, Gracias por su ayuda brindado para realizar este trabajo y la revisión de mi literatura, por haber aceptado ser mi asesor en último momento.

Mc. Alejandra Escobar Sánchez Gracias por su amistad, por su extraordinario apoyo, compromiso y colaboración en la elaboración de esta tesis para hacer en una realidad.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo, por haberme aceptado en la institución y por ser mi segunda casa, gracias a la oportunidad que me brinda la universidad pude terminar mis estudios profesionales.

A mis compañeros de la Carrera Agrícola y Ambiental, gracias por su valioso apoyo en la colaboración que participaron en la realización de esta investigación.

A la empresa MIYAMONTE, Gracias por la generosidad y atención mostradas en la realización de este proyecto de investigación, apoyando de principio a fin.

Dr. José Espinosa Velázquez, Gracias por su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo de investigación.

Instituto Mexicano del Maíz, U.A.A.A.N. Gracias por su generosidad y atención brindada en la realización de este trabajo.

Mc. Raúl Cesar González Rodríguez, gracias por su ayuda en el trabajo estadístico, por el tiempo brindado, la paciencia y el apoyo brindado para realizar la presente investigación.

A la Lic. Guadalupe Lucía Barrera Valdez, gracias por su apoyo, amistad y apoyo incondicional en los trabajos que se realizó en el laboratorio.

DEDICATORIA.

A mis padres: María Gómez Hernández y Manuel García Hernández Por la vida; Por enseñarme el camino de la lucha constante, la verdad, la honestidad, el trabajo y por brindarme las mejores herencias que es la conclusión de mis estudios. Te dedico de manera especial éste trabajo por que a través de tu conducta, actitudes y ejemplo, he logrado llegar donde estoy. Todo lo que haz mostrado como padre, me permite descubrir hasta donde llega mi capacidad de enfrentar la vida, de encontrar nuevos caminos y aquí tienes otro resultado favorable, es tuyo y de toda nuestra familia. Gracias por brindarme la oportunidad de aprender libre y responsablemente.

A mis Hermanos: José García, Humberto García, Manuel García, Juan García, María García por permitirme ser parte de esta familia, por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas dispuesto a ayudarme incondicionalmente, en especial a mi hermano José García le agradezco profundamente por su ayuda que me brindó durante mi formación profesional.

A mi novia Fidelina López, con cariño y respeto por su comprensión apoyo y ánimo brindado durante esta etapa de mis estudios, por brindarme tu cariño y gracias por ser como eres y por tu amor.

A mi padrino Marcelo Zenteno y su esposa Yurani Araceli zenteno, gracias por los consejos brindados, orientaciones y palabras de superación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	4
2.1.1. Descripción de cultivo de maíz.....	4
2.1.2. Requerimientos ambientales.....	5
2.1.3. Requerimientos Edáficos.....	5
2.1.4. Requerimientos hídricos.....	6
2.1.5. Altitud y Latitud.....	6
2.1.6. Factores que influyen en la Producción y Rendimiento de Maíz....	6
2.1.7. Influencia de los factores tecnológicos y/o naturales.....	7
2.1.8. Siembra.....	8
2.1.9. Llenado del grano.....	9
2.2. IMPORTANCIA DE MAÍZ EN MÉXICO.....	9
2.3. IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN DE MAÍZ.....	12
2.3.1. Fertilización.....	12
2.3.1.1. Nitrógeno (N).....	14
2.3.1.2. Fósforo (P).....	15
2.3.1.3. Potasio (K).....	16
2.4. NIVELES DE NUTRIMENTOS.....	17
2.5. FERTILIZACION FOLIAR.....	18

2.5.1.	Antecedentes y/o historia.....	18
2.6.	USO DE FERTILIZANTES GRANULADOS.....	23
2.6.1.	Urea.....	25
2.6.2.	Sulfato de Amonio.....	25
2.6.3.	Nitrato Amonio.....	25
2.6.4.	Nitrato de Calcio.....	26
2.6.5.	Nitrato de Potasio.....	26
2.6.6.	Cloruro de Potasio.....	26
2.7.	LOS ÁCIDOS HÚMICOS.....	27
2.7.1.	Ácidos fúlvicos (AF).....	28
2.7.2.	Efectos de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos en la Planta.....	28
2.8.	LAS ENZIMAS.....	31
2.8.1.	Efecto en las planta.....	32
2.9.	AMINOÁCIDOS.....	32
2.9.1.	Funciones en la planta.....	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1.	LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL Y GEOGRÁFICA.....	35
3.2.	CLIMA.....	37
3.2.1.	Precipitación pluvial.....	37
3.3.	SUELO.....	38
3.4.	VEGETACIÓN.....	40
3.5.	DESHIERBES.....	40
3.6.	SIEMBRA.....	40
3.7.	MATERIALES GENÉTICOS.....	40
3.8.	FUENTES EMPLEADAS.....	41
3.9.	PRODUCTOS FOLIARES.....	41
3.10.	FERTILIZACIÓN.....	41
3.11.	FERTILIZACIÓN FOLIAR.....	42
3.11.1.	Promotor.....	42
3.11.2.	Miyamonte (20-30-10).....	42

3.11.3.	Aminocel 500	43
3.12.	CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.....	44
3.13.	DISEÑO EXPERIMENTAL	46
3.14.	MODELO ESTADÍSTICO	46
3.15.	VARIABLES EVALUADAS	48
3.15.1.	Días a Emergencia.....	48
3.15.2.	Altura de Planta.....	48
3.15.3.	Diámetro de Tallo.....	48
3.15.4.	Peso Seco de la Planta.....	48
3.15.5.	Días a Floración.....	49
3.15.6.	Altura de Mazorca.....	49
3.15.7.	Análisis de Crecimiento.....	49
3.15.8.	Rendimiento.....	50
3.15.9.	Materia Seca (biomasa)	50
4.1.	ANÁLISIS DE VARIANZA	79
V.	DISCUSIÓN	81
VI.	CONCLUSIONES	82
VII.	LITERATURA CITADA.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO II-1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del Maíz.....	5
CUADRO II-2. Características agronómicas de los genotipos de maíz en estudio	11
CUADRO II-3. Etapas de absorción de nutrimentos	18
CUADRO III-4. Análisis de descripción de suelo	39
CUADRO III-5. Costos de Producciones Generales del Maíz.....	51
CUADRO III-6. Análisis Económico de promotor	52
CUADRO III-7. Análisis Económico de miyamonte.....	53
CUADRO III-8. Análisis Económico de Aminocel	54
CUADRO III-9. Análisis Económico de Fertilización a Fondo	55
CUADRO IV-10. Análisis de Varianza para el Rendimiento del maíz	79
CUADRO IV-11. MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III-1. Mapa de localización del sitio experimental	36
Figura III- 2. Precipitación de Rancho san Isidro Municipio de Arteaga Coahu. .	38
Figura III-3. Croquis de campo y distribución de los tratamientos en parcelas subdivididas mediante un diseño experimental al azar	45
Figura IV- 4. Resultado de materia seca en tonha^{-1}	57
Figura IV-5. Resultado de la materia seca en tonha^{-1}	58
Figura IV-6. Altura de la planta en (cm)	60
Figura IV-7. Altura de la planta en (cm)	61
Figura IV-8. Tallo de la planta en (cm)	62
Figura IV- 9. Diámetro de tallo en (cm).....	63
Figura IV-10. Floración de la planta del maíz en (cm).....	65
Figura IV-11. Floración de AN-430 en (cm).....	66
Figura IV-12. Diámetro de la raíz en (cm)	67
Figura IV-13. Diámetro de raíz en (cm).....	68
Figura IV-14. Longitud de raíz en (cm).....	69
Figura IV-15. Longitud de raíz en (cm).....	71
Figura IV-16. Número de mazorca en maíz elotero	72
Figura IV-17. Número de mazorca en híbrido AN-430.....	73
Figura IV-18. Grosor de mazorca en (cm).....	74
Figura IV-19. Grosor de olote en (cm).....	75
Figura IV-20. Longitud de elote en (cm)	77
Figura IV-21. Longitud de elote en (cm).....	78

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2010, en la pequeña propiedad llamada "San Isidro" dentro del Cañón de la Roja, localizado en el Municipio de Arteaga, Coahuila.

El objetivo fue Buscar alternativas que permita una respuesta aceptable en con la utilización de fertilizantes foliares que conlleve a una disminución de costos, en el cultivo de Maíz, bajo un diseño factorial (3x3x3x2) con arreglo en parcelas subdivididas y una distribución en bloques al azar, con 2 repeticiones.

En el aspecto económico el tratamiento que resulto mejor es promotor hubo una respuesta positiva en la mayoría de los parámetros evaluados, presentó, rendimiento de materia seca, número de mazorca, rendimiento en granos, se favoreció por el efecto principal de los ácidos fúlvicos.

Palabras clave: Maíz, variedades, fertilización foliar, ácidos fúlvicos, aminoácidos, enzimas y fertilización.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos que observamos en la actualidad determina el imperativo de producir más, incrementando los rendimientos unitarios en los cultivos básicos, siendo precisamente el cultivo de maíz, el producto agrícola más importante dentro del régimen alimenticio humano en muchas regiones del mundo.

En México, el maíz es el alimento básico para el consumo humano; según estudio del INEGI, en promedio cerca del 59% del consumo humano de energía y el 39% de proteínas proviene del grano de maíz consumido como tortilla. Cinco años de domesticación del maíz generaron más de 40 especies de maíz, todas destinadas al consumo humano. Por el contrario, en los últimos años, los países industrializados se han especializado en producir variedades de maíz para el consumo animal y el uso industrial.

En estado de Coahuila se destinan entre 29 y 30 mil hectáreas al cultivo de maíz; de las cuales el 96.73 % cuentan con superficie irrigable y el 3.27% son de temporal; de total el 60% corresponden a siembra temprana que se produce del 20 de Febrero al 20 Marzo, el 40% a siembra tardía que se da del 15 de Junio al 15 de Julio, teniendo rendimiento medios de 1.9 ton/ha: El rendimiento promedio de los productores líderes es de 4.0 ton/ha con rendimientos máximos de 6.0 ton/ha. La principal problemática de este

cultivo que se presenta en el estado se asocia a un alto grado de siembra fuera de fecha, escaso uso de fertilizantes, baja disponibilidad de agua, escasos control de maleza, presencia de enfermedades y plagas, y la utilización de variedades no recomendadas, entre otros aspectos. Variables del maíz blanco, riego más temporal; en Coahuila (1990-2006)

Según parece el uso de fertilizantes continúa ganando impulso debido a la gran demanda de los mismos, ya que la mayoría de los suelos de México, requieren nutrimentos para producir una buena cosecha de maíz o de cualquier otro cultivo.

Es muy importante para aumentar la producción en México de todos los cultivos, tomar consideración la relación existente entre los rendimientos y las cantidades de nutrimentos con que contaron durante su desarrollo mediante la fertilización de los suelos.

Así pues, el estudio de los fertilizantes es uno de los puntos fundamentales para el incremento de la producción de maíz, por lo tanto, para asegurar un buen rendimiento del mismo y un mejor aprovechamiento del suelo, es necesario proporcionar condiciones favorables de fertilidad y esto es posible mediante la aplicación de fertilizantes ya sean orgánico o inorgánicos, para restituirle al suelo los elementos nutricionales que les haga falta; se sabe que el nitrógeno y el fósforo, son los elementos que con mayor

frecuencia limitan la producción de maíz por lo que se presenta a continuación con la utilización de fertilización foliares en el cultivo de maíz.

1.1. Objetivos

Buscar alternativas que permita una respuesta aceptable con la utilización de fertilizantes foliares que conlleve a una disminución de costos.

La utilización de fertilizantes foliares en el cultivo de maíz sean aprovechados eficientemente que permite obtener mayor rendimiento y aun menor costos.

1.2. Hipótesis

Es posible reducir la fertilización de fondo con la utilización de fertilización foliar y por consecuencia disminuir el costo de la misma en la producción de maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades del cultivo

El cultivo de maíz tiene un origen geográfico inexacto, aún cuando sus evidencias lo sitúan en el sur de México y centro América. Es una planta anual de gran desarrollo vegetativo, muy robusta, su nombre botánico es *Zea mays*: es de régimen anual, su ciclo vegetativo oscila entre 80 y 200 días. Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura, hasta las gigantes de 200 a 300 cm, el maíz se utiliza principalmente para la alimentación humana en la mayoría de las regiones del mundo (Robles, 1990).

2.1.1. Descripción de cultivo de maíz

El maíz es una planta perteneciente al género *Zea mays*, de la familia de las gramíneas; como la generalidad de las plantas cultivadas, el maíz requiere condiciones óptimas de suelo y clima para que se logren los más altos rendimientos. Debido a lo anterior, se puede encontrar este cultivo desde los 0 hasta 300 metros sobre el nivel del mar con temperaturas medias mensuales durante su ciclo vegetativo de 28°C en las zonas más cálidas, hasta 12°C o menos, de promedio mensual en las frías.

2.1.2. Requerimientos ambientales

Llanos (1984) cita que el maíz, es uno de los cultivos de más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz; de este hecho depende principalmente su elevado potencial productivo. El maíz, es de un clima relativamente cálido; para una buena producción, la temperatura debe oscilar entre 20 y 30°C, la óptima depende del estado de desarrollo (Cuadro 1).

CUADRO 1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del Maíz

Eta pa vegetativa	M ínima	Ó ptima	M áxima
Germinación	10°C	20 a 25°C	40°C
Crecimiento vegetativo	15°C	20 a 30°C	40°C
Floración	20°C	21 a 30°C	30°C

En la floración, las temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina, y a temperaturas menores de 20°C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina (Llanos, 1984).

2.1.3. Requerimientos Edáficos

El Maíz, necesita suelos profundos y fértiles, de textura media (francos), que permiten un buen desarrollo del sistema radicular, con una mayor eficiencia en la absorción de humedad y nutrimentos del suelo. Puede

cultivarse en suelos con un PH de 5.5 a 8, el óptimo es ligeramente ácidos entre 6 y 7 (Llanos, 1984).

2.1.4. Requerimientos hídricos

El abastecimiento de agua, es uno de los principales factores que limitan el crecimiento y producción de maíz, se considera que el cultivo requiere aproximadamente 1 litro kg^{-1} de grano producido, el cultivo utiliza agua más eficientemente que cualquier otro, excepto el sorgo (Robles, 1990).

2.1.5. Altitud y Latitud

Las variedades de maíz crecen bien entre límites latitudinales amplios, en el hemisferio Norte se limitan por el paralelo 58°, y en el Sur por el paralelo 40°. Y a altitudes desde el nivel del mar hasta 4,000 metros (Robles, 1990).

2.1.6. Factores que influyen en la Producción y Rendimiento de Maíz.

Son muchos y muy diversos los factores que influyen en la producción y rendimiento de un cultivo, sobre todo cuando se trata de una especie de importancia fundamental, como el maíz.

Los factores influyentes pueden dividirse en dos grandes grupos: los naturales y los socioeconómicos; los primeros incluyen todos los elementos tecnológicos y ecológicos que afectan el rendimiento, y los segundos abarcan los aspectos infraestructurales, organizativos e institucionales que actúan como incentivos o limitantes de la producción de una especie agrícola, en este caso del maíz.

2.1.7. Influencia de los factores tecnológicos y/o naturales.

Considerando que existe una amplia diversidad geográfica y heterogeneidad tecnológica, bajo la cual se cultiva el maíz en México, es claro que su rendimiento es afectado en forma distinta por factores edafológicos, climáticos y de manejo, según la región de que se trate.

Requerimiento de Humedad: La calidad distribución y eficiencia de la lluvias son factores importante en la producción de maíz. La demanda de agua para reproducir elevados rendimiento de maíz, en algunas regiones, es superior en un 50 % más a la lluvia normal en los meses de Junio, Julio y Agosto. Por lo tanto, los elevados niveles de reproducción, dependen en gran medida de utilización del algún almacenada en el perfil del suelo. El color y la sequía durante el período de polinización a menudo causan la desecación del tejido foliar y la formación deficiente de semilla. (Jugenheimer, 1981),

2.1.8. Siembra

La siembra de un cultivo en el momento correcto y la obtención de una población óptima de plantas son dos insumos que no tienen un costo financiero. La época de siembra será obviamente determinada en muchos lugares por la llegada de las lluvias. Para un cultivar determinado, la explotación de las mejores condiciones climáticas, en lo que hace a la temperatura y la lluvia, requiere antecedentes muy precisos proporcionados por la investigación. En algunas regiones, el remojo de las semillas en agua tibia durante una noche ayuda a la germinación, la cual es importante cuando la temperatura en el momento de la siembra es baja.

Uno de los principales problemas en la siembra del maíz es el inicio errático de las lluvias que caracterizan a algunas regiones donde las lluvias intermitentes tienden a favorecer el crecimiento de las malezas antes de que lleguen lluvias más estables. Los agricultores, por lo tanto, siembran en campos enmalezados, salvo que repitan una arada liviana (Mwania, Shiluli y Kamidi, 1989). Si la siembra es hecha con la iniciación de las primeras lluvias y estas desaparecen inmediatamente por más de cinco días, la germinación puede ser severamente afectada. Algunas veces, cuando las lluvias demoran en volver, los agricultores se dan cuenta demasiado tarde que deben resembrar, lo cual es una operación costosa.

2.1.9. Llenado del grano

Una vez que se ha establecido el número de los granos por mazorca, el rendimiento final depende de la disponibilidad de materiales asimilados corrientes y almacenados. El maíz no tiene una conexión vascular directa entre los granos y el olote. Los carbohidratos y otros nutrimentos se acumulan en el espacio libre debajo de los granos en desarrollo y se mueven hacia los granos siguiendo un gradiente de difusión. Una implicancia importante de este proceso es que los desbalances en el abastecimiento de los distintos constituyentes del grano pueden limitar su desarrollo. Por ejemplo, bajo las condiciones de baja disponibilidad de nitrógeno, el crecimiento del grano depende de una estricta estequiometría entre el carbono y el nitrógeno (Below, 1997). Si en el grano se acumula un exceso de carbohidratos, la concentración osmótica de la zona del pedicelo puede llegar a ser muy alta para una posterior entrada de carbono, hasta que otros compuestos estén disponibles para la conversión de los carbohidratos solubles en constituyentes del grano osmóticamente menos activos (Porter, Knievel y Shannon, 1987).

2.2. IMPORTANCIA DE MAÍZ EN MÉXICO

El maíz se usa principalmente para la alimentación humana en la mayoría de las regiones del mundo, los usos del maíz se distribuyen en tres

grandes grupos de consumidores: Pecuario, Industrial y Humano. Puede usarse para obtención de grano, para alimentación de cerdos, pastoreo o forraje. En base a materia seca, el grano contiene aproximadamente 77% de almidón, 9% de proteínas 5% de aceite. 5% de pentosanas, 2 % de azúcar y 2% de cenizas.

Las industrias destiladoras y fermentadoras elaboran alcohol etílico y butílico, acetona y Whisky, el comercio mundial promedio de maíz se aproxima a los 25 millones de toneladas por año. (Jugenheimer, 1981).

El maíz se usa principalmente para la alimentación humana en la mayoría de las regiones del mundo. El maíz como cultivo forrajero comprende el forraje verde, el rastrojo y el ensilaje, el primero está constituido por la planta completa fresca o curada, el rastrojo comprende la planta seca de maíz sin mazorca. El maíz se usa para alimento pecuario de diferentes maneras, puede usarse para; la obtención de granos, ensilaje, alimento de cerdo, pastoreo y forraje. La industria elaborada de alimento mixto para el ganado, es el principal consumidor industrial de maíz desgranado. El maíz es probablemente el material orgánico más barato y puro de la agricultura americana, disponible para uso industrial a gran escala (Mangelsdorf y Wellhausen 1992).

CUADRO 2. Características agronómicas de los genotipos de maíz en estudio

Características agronómicas	AN-447	AN-430 R
Forma de mazorca	Cilíndrica	Cilíndrica
Tamaño de mazorca	Grande	Grande
Color de grano	Blanco harinoso	Blanco harinoso
Forma de grano	Semidentado	Semidentado
Ciclo vegetativo	Intermedio-tardío	Intermedio-tardío
Promedio de días a la floración	80	84
Días a la madurez fisiológica	140-150	140-150
Altura de planta (metros)	2.5-2.80	2.00
Altura de mazorca (metros)	1.2-1.5	1.10
Acame	Tolerante	Tolerante
Cobertura de mazorca	Buena	Buena
Condiciones de siembra		
Riego	Si	Si
Buen temporal	Si	Si
Temporal regular	No	No
Fechas de siembra:	15 marzo-15 mayo	15 marzo-15 mayo
Riego	Inicio de lluvias 30 junio	Inicio de lluvias 30 junio
Buen temporal		
Densidad de siembra miles de plantas/ha	60-66	60-66
Comportamiento en tipos de:	65-75	65-75
Suelos:		
Arenoso	Bueno	Bueno
Limoso	Muy bueno	Muy bueno
Arcilloso	Bueno (temprano)	Bueno (temprano)
Resistencia a enfermedades		
Hoja	Tolerante	Tolerante
Raíz	Semitolerante	Semitolerante
Tallo	Tolerante	Tolerante
Cosecha mecánica	Buena	Buena
Altura óptima(msnm)	1100-1900	1100-1900
Observaciones		
Halotolerancia	Buena muy buena	Buena muy buena
Adaptación a nivel del mar	Muy buena	Muy buena

Fuente: Instituto Mexicano del Maíz, U.A.A.A.N.

2.3. IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN DE MAÍZ

2.3.1.Fertilización

Con la fertilización se obtienen elevados rendimientos de maíz y al mismo tiempo se conserva la productividad del suelo. Con la aplicación de nitrógeno es posible incrementar la densidad de plantas y con estos los rendimientos en maíz. (Jugenheimer, 1981).

La absorción de los nutrimentos por parte de las plantas es muy selectiva y sigue reglas bien definidas. Si uno o más elementos minerales se encuentra en el suelo en cantidad insuficiente para asegurar el normal desarrollo de las plantas, el rendimiento final será reducido y a lo largo del ciclo vegetal se manifestarán claros síntomas de carencia. Distribuir en el suelo una determinada cantidad de abono ayuda a mantener a las plantas en un buen estado fisiológico y vegetativo (Bartolini, 1989).

- Ortiz y Ortiz (1990) mencionan que para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas los nutrimentos deben satisfacer las siguientes condiciones.

- Estar presente en forma aprovechable para las plantas,

- Estar presente en concentración óptima para el desarrollo de las plantas. Esta condición es particularmente importante para los micronutrientes que son requeridos en pequeñas cantidades.

Debe haber un balance adecuado entre la concentración de los diferentes nutrientes solubles en el suelo.

Sommer citado por López (1990) agrega que el balance de nutrientes se puede establecer en un nivel alto; en un balance alto, la planta estará en condiciones de aprovechar más eficientemente otros recursos del ambiente, mientras que el balance bajo representaría por sí mismo el factor limitante de la producción.

Barbosa (1993) dice que el maíz es una planta de clima templado con requerimientos nutricionales óptimos durante los primeros estadios de desarrollo, estos se consiguen mediante.

-Un buen suministro de fósforo para mejorar la resistencia de las plantas al frío y para que las raíces crezcan correctamente.

-Un buen suministro de nitrógeno, para facilitar un crecimiento rápido de la masa foliar.

-Las cantidades apropiadas de potasio mejoran el almacenamiento de agua y aumentan la resistencia frente al frío.

Para mejorar el desarrollo de los primeros estadios, es necesario suministrar a través de la incorporación al suelo el abono suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales.

La extracción de nutrimentos del suelo por el maíz, a lo largo del ciclo, se relaciona con la acumulación de materia seca de la planta. En las primeras fases del crecimiento vegetativo se extraen pequeñas de N-P-K. Durante el estado vegetativo tardío, la formación del tallo y el llenado de grano, la absorción es muy rápida (López, 1990).

Mills y Benton (1996), Rodríguez (1996) y Narro (1999) señalan las características y funciones de los macronutrimentos (N, P, K) en la planta.

2.3.1.1. Nitrógeno (N). Las etapas de mayor absorción de N son en brotación, crecimiento y llenado de grano, cuando se aproxima al momento de la floración la absorción de N crece rápidamente. Se absorbe como nitrato NO_3^- , amonio NH_4^+ Y urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, tiene movilidad alta tanto en suelo como en planta.

En N participa en la síntesis de aminoácidos, proteínas y clorofila; es un constituyente de enzimas, cromosomas, hormonas y vitaminas. Es

necesario para la fotosíntesis, influye en el desarrollo del follaje (tallos y hojas).

Los síntomas de deficiencia de N se manifiesta con hojas verde pálido y las inferiores amarillas (clorosis) y secas por una disminución en la concentración de clorofila, también produce tallos delgados y largos.

Un exceso de N produce bajo rendimiento a un pobre desarrollo de raíces, además, retarda el proceso de floración de las plantas, y maduración de frutos.

2.3.1.2. Fósforo (P). Las etapas de mayor demanda son el crecimiento inicial, prefloral, floral y final de la maduración. Se absorbe como fosfato monobásico $H_2PO_4^-$, presenta alta movilidad en los tejidos vegetales, pero es muy poco móvil en el suelo.

El fósforo es un componente de proteínas y nucleoproteínas; participa en los procesos de transferencia metabólica y transporte de energía. Estimula la formación y crecimiento de raíces, acelera la germinación de la semilla, violenta la maduración de los frutos y estimula la producción de granos.

Las plantas deficientes crecen lentamente y presentan hojas, tallos de color verde muy oscuro, las plantas bordes d las hojas son de color rojizo púrpura, pobre crecimiento de raíces y rendimiento reducido.

2.3.1.3. Potasio (K). Las etapas de mayor absorción son en la floración, prefloración y llenado de grano. Se absorbe en forma catiónica K^+ , presenta alta movilidad en tejidos vegetales, sin embargo su movilidad en suelo media.

El potasio interviene en la formación y transporte de azúcares y almidón, síntesis de proteínas. Cataliza reacciones, neutraliza ácidos orgánicos y opera estomas (formas sales con ácido orgánico e inorgánicos en las células, que permiten regular el potencial osmótico celular, regular el contenido de agua en la planta). Es un factor determinante del crecimiento de tallos y de las hojas, y aumenta el tamaño y calidad de grano y semilla.

Las plantas deficientes presentan hojas viejas moteadas, con un punto verde pálido, necrótica o curvadas, con márgenes y puntas quemadas. Con sistema radical y tallos débiles, y reduce el tamaño y calidad de semillas.

2.4. Niveles de Nutrientes

La meta de la fertilización balanceada, es la de suplir al cultivo los nutrientes en la época correcta, en cantidades relaciones adecuadas para reemplazar los nutrientes removidos por el sistema, estas condiciones deben ajustarse a las demandas de nutrientes del cultivo. La sincronización entre el suplemento de nutrientes y la demanda mejora la eficiencia del uso de los fertilizantes (Espinosa, 1995).

Bowen y Kratky (1990) afirman que al mantener disponible la cantidad óptima de nutrientes es una labor complicada debido a que las necesidades de los distintos elementos varían a lo largo del ciclo. Toman como ejemplo al cultivo del maíz en donde buscan un rendimiento de 11 ton ha⁻¹, lo cual requerirá una dosis de 269-50-269. Estos autores dividen al ciclo de crecimiento del maíz en las siguientes etapas: de 1 a 25 días “temprana”, de 26 a 50 días “crecimiento”, de 51 a 75 días “floración femenina”, de 76 a 100 días “grano” y de 101 a 115 “madurez”.

La cantidad de nitrógeno absorbido durante las etapas temprana, crecimiento, floración, grano y madurez son de 21 , 94, 84, 54 y 16 kg ha⁻¹ respectivamente; dando un total de 269 kg de nitrógeno, correspondiendo estos datos a un maíz híbrido en particular. Por último argumentan que debe

tomarse en cuenta que los rendimientos continúan aumentando y por lo tanto incrementaran la demanda de elementos nutritivos esenciales

CUADRO 3. Etapas de absorción de nutrimentos

Etapa de crecimiento	Período en días	Absorción de nutrimentos kg/ha		
		N	P	K
1 De emergencia a 4 hojas	32	14	29	21
2 8 hojas	12	22	5	45
3 12 hojas	15	58	15	57
4 Formación de espiga	13	160	42	223
5 Jiloteo (flor femenina)	12	0	12	35
6 Formación de grano (ampolla)	18	20	14	14
7 Dentado (masoso)	31	128	50	49
8 Madurez	12	3	17	0
Total	146	405	184	444

2.5. FERTILIZACION FOLIAR

2.5.1. Antecedentes y/o historia

La fertilización foliar es otra forma en que se puede abastecer a las plantas con nutrimentos y es una práctica agronómica de simple aplicación, la cual no ha sido plenamente aprovechada para los cultivos. La fertilización foliar es eficiente para corregir desordenes nutrimentales y para lograr un adecuado nivel nutricional de las plantas. La cantidad de nutrimentos requeridos vía follaje es menor que cuando se aplica vía edáfica; así utilizar

cantidad de fertilizantes, se reduce el riesgo de contaminación ambiental por nitratos y otros agroquímicos

(Gray, 1997). La aplicación se ubica en etapas fenológicas cercanas a la floración que es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica, incluyendo la absorción de nutrimentos (Mc Vickar et al 1963: Marshener, 1995) y aunada la fertilización edáfica puede incrementar la producción y calidad de los cultivos a pesar de la desventaja que pudiera representar su costo de aplicación.

A mediados del siglo pasado se asentaron las bases científicas de la nutrición foliar cuando se logró corregir una clorosis por medio de aspersiones de sales de hierro al follaje de ciertas plantas. Desde entonces se comprobó que la fertilización foliar es un método que proporciona una rápida y eficaz asimilación de los nutrientes, por lo que es posible corregir una deficiencia observada de poco tiempo.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en el cultivo, es indispensable considerar un factor de suma importancia, como es el caso de la nutrición vegetal, siendo también un aspecto vital para la calidad de los productos que se espera obtener.

Algunos de los aspectos que se han contribuido a incrementar la producción agrícola son el uso de semillas seleccionadas, y el buen control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo en la mayoría de los casos habría sido imposible aumentar dicho rendimiento si no se hubiera dispuesto de fertilizantes que proporcionaran los nutrimentos necesarios requeridos por los cultivos y fueron proporcionados a través de una buena aplicación de fertilizantes.

La fertilización foliar es una de los métodos económicos con el cual se han logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos. Esta técnica ha evolucionado a la economía, a tal grado que difícilmente se encuentran áreas agrícolas importantes que no utilicen las aspersiones de nutrientes para corregir deficiencias o para disminuir costos cultivos manteniendo o mejorando los rendimientos; ya que suministra nutrientes directamente al follaje, puesto que es donde hay mayor demanda de estos, debido a los procesos metabólicos que ahí mismo se están llevando a cabo.

García (1980), cita que ante la certeza de la nutrición vegetal rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de substancia alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias prueban que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

Rodríguez (1982), menciona que un suelo puede contener todos los elementos necesarios para la nutrición, pero estos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radicular; tal es el caso de hierro y el fósforo cuando el suelo es alcalino, en esos casos se realiza una fertilización de esos elementos a nivel foliar, constituyendo una nutrición o fertilización complementaria.

Fitzpatrick (1984), menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

Anónimo (1987), cita que la fertilización foliar tiene el propósito fundamental de corregir rápidamente las deficiencias nutricionales de carácter temporal. Para llevar a buen término esta práctica, es preciso conocer los niveles óptimos de los nutrimentos más importantes en cada una de las etapas críticas de desarrollo del cultivo y su balance nutricional.

En repetidas ocasiones la deficiencia de nutrimentos en los cultivos es provocada por el mal manejo de fertilizantes en cuanto a dosis, forma y

época de aplicación al suelo o por vía foliar. El exceso de algunos da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante.

Las plantas presentan deficiencias ligeras o agudas, que se identifican mediante análisis foliares y/o visualmente. También se presentan casos de toxicidad en el follaje por “sobredosis” de agroquímicos foliares (fungicidas), insecticidas, bioestimulantes y fertilizantes mezclados).

García (1980), cita que la fertilización foliar es una segunda vía para la alimentación de las plantas y no significa que las raíces vayan a perder su papel nutritivo en las plantas.

Rojas (1990), cita que los fertilizantes se aplican generalmente al suelo para ser absorbidos por la raíz, pero la planta también los puede absorber por las hojas y puede ser ventajoso aplicarlos así, tanto por su economía, como para evitar algún factor edáfico y para tener una más rápida respuesta.

Mascareño (1987), menciona que el exceso de nutrientes da lugar a desbalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante.

La deficiencia de nutrientes en la planta de tomate es provocada por el mal manejo de fertilizantes, en cuanto a dosis y época de aplicación al suelo o por vía foliar.

Una fertilización mal dosificada al suelo o por vía foliar, trae consigo un bajo desarrollo y una disminución en la producción de frutos, causado por falta o baja aplicación de nutrientes, reflejado en la calidad y producción de frutos.

García (1980), señala que en la fertilización foliar existen pérdidas por los lavados de las lluvias y por el líquido que cae al suelo, el cual es absorbido, en parte por las raíces, siguiendo el proceso de los abonos que se incorporan al terreno.

2.6. USO DE FERTILIZANTES GRANULADOS

El uso de fertilizantes representa a juicio de un gran número de investigadores uno de los factores estratégicos para lograr aumento en la productividad.

La fertilización del suelo es otro factor importante en la producción, además del tipo del suelo; el maíz se desarrolla mejor en suelos bien

drenados y fértiles, en regiones con temperaturas de verano moderadamente elevadas, noches cálidas y lluvias adecuada y bien distribuída durante la estación de crecimiento.

Bajo diferentes condiciones de suelo y clima, la cantidad de maíz que un productor esperará obtener, depende de la cantidad de nitrógeno que utilice por cada hectárea de tierra. El nitrógeno a menudo se aplica al maíz antes de utilizar otros fertilizantes. El segundo fertilizante importante es el fósforo.

El maíz prospera mejor en suelos fértiles, bien drenados, profundos, de textura media. Los suelos malos para el cultivo, son los completamente arcillosos o arenosos, con fuertes pendientes, erosionados, con alto porcentaje de sales y terrenos completamente humíferos o propensos a hundirse.

El cultivo se da mejor en terrenos poco arcillosos rojizos, bien aireados y profundos, que contengan abundante materia orgánica, nitrógeno fósforo y potasio. La temperatura, la duración de la estación adecuada para el crecimiento y la duración del día, influyen considerablemente en la producción de maíz. La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia también son factores importantes en la producción de maíz.

Venegas (1998) y Rodríguez (1996) señalan algunos de los fertilizantes de uso común:

2.6.1. Urea: Es una de las fuentes más comunes de mayor concentración de nitrógeno es estado sólido siendo ésta de 46 por ciento de nitrógeno en forma amídica, es granular cristalina, muy higroscópica y muy soluble en el agua ($1\ 033\text{gr}\ \text{lt}^{-1}$). Tiene una residualidad salina de 75. La urea presenta notables ventajas sobre otras fuentes nitrogenadas dado su alto contenido de nitrógeno, esto disminuye costos de transporte y aplicación.

2.6.2. Sulfato de Amonio: Es una sal de color blanco o café oscuro, tiene una concentración de 20.5 por ciento de nitrógeno en forma amoniacal y 24 por ciento del azufre, es muy soluble en agua ($730\text{gr}\ \text{lt}^{-1}$) y poco higroscópico, de fácil manejo y almacenamiento, no se aterriona, tiene una residualidad ácida de 110 y un índice salino de 69.

2.6.3. Nitrato Amonio: es un material granulado de color blanco cremoso y altamente higroscópico, su concentración es de 35 por ciento de nitrógeno (50 por ciento Amoniacal y 50 por ciento Nítrico), es muy soluble en agua ($1920\ \text{gr}\ \text{lt}^{-1}$), de carácter explosivo, tiene residualidad ácida de 60 y una alta residualidad salina de 105.

2.6.4. Nitrato de Calcio: es un material granulado de color blanco con una concentración de 15-16 por ciento de nitrógeno en forma nítrica y 28 por ciento de CaO, es muy soluble en agua ($1,220 \text{ gr It}^{-1}$), y es mas higroscópico de todos los fertilizantes, presenta problemas de aterronamiento sin embrago es de rápida utilización por las plantas, tiene un índice básico igual a 21 y su índice salino es 65.

2.6.5. Nitrato de Potasio: es una sal blanca finamente molida, es un complejo binario muy soluble en agua (316 gr It^{-1}) con una concentración variable: 14-00-13-00-44, su índice básico es de 26 y su índice básico es de 26 y su índice salino de 74.el costo unitario nutrimental es muy caro.

2.6.6. Cloruro de Potasio: es una sal roja o blanca, muy hidrosoluble (340 gr It^{-1}) higroscópica, tiene una concentración de 50-60 por ciento de K₂O y 47 por ciento de Cl. Es compactible con todos los fertilizantes existentes en el mercado, su índice salino es de 116.

2.7. LOS ÁCIDOS HÚMICOS

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en básico de color café oscuro a negro, alto peso molecular, 62% de carbón y 30% de oxígeno. Los ácidos fúlvicos son solubles en agua a cualquier condición del PH del medio, permanecen después de la separación de ácidos húmicos por acidificación; son de color amarillo oscuro, de bajo peso molecular, con 45% de carbón y 48% de oxígeno.

Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante muy marcada sobre el crecimiento de las raíces que no se debe exclusivamente a la liberación de los elementos minerales contenidos en el humus. Existe un estímulo verdadero de diversos procesos o metabólicos, Gros (1981).

Cepeda (1991) anota que los ácidos húmicos contienen de 3.5 a 5 % de nitrógeno siendo esta la parte constitucional de la molécula. Durante su hidrólisis ácida la mitad de nitrógeno contenido se transforma en solución. Estas sustancias nitrogenadas se componen de amidas, mono y diaminocidos. Los ácidos húmicos no son sustancias compactas sino mas bien porosas; constitución que les permite alta capacidad de absorción y retención de humedad.

2.7.1. Ácidos fúlvicos (AF)

Son la fracción soluble en agua bajo cualquier condición de pH, permanecen en solución después de remover los AH por acidificación y son de color amarillo a café-claro de bajo peso molecular (de 170 a 200 kda), con 45% de carbono y 48% de oxígeno (Schinizer, 2000).

Los ácidos fúlvicos son solubles en medio ácido y básico. Muchos ácidos fúlvicos también son también solubles en agua de mar. Son la fracción de bajo peso molecular de las sustancias húmicas. Están débilmente aromatzadas, pobremente condensadas y tiene una mayoría de cadenas alifáticas. Están menos polimerizados que los ácidos húmicos y generalmente están enriquecidos en grupos funcionales con oxígeno. Una vez formados, los ácidos fúlvicos probablemente sufren reacciones de condensación para formar ácidos húmicos más complejos. Es la fracción de las sustancias húmicas soluble, tanto en medio alcalino como en medio.

2.7.2. Efectos de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos en la Planta

Los resultados de algunos experimentos indican que los AF tienen efectos ligeramente superiores a los AH en el crecimiento y desarrollo del tomate, los AF aceleran la germinación de las semillas, incrementa el

porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas e incrementan la biomasa total de la planta, el peso fresco y seco (Palomares, 1990).

Los efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, son positivos sobre la biomasa de la planta y tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas. También hay efecto de las de origen natural, contra aquellas de procedencia comercial, donde las primeras estimulan el crecimiento de tallos en varias plantas, cuando son aplicadas con soluciones nutritivas a diversas concentraciones (Chen y Aviad, 1990). Además, se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de iniciación de las raíces (Narro, 1997).

Los AH incrementan la permeabilidad de la membrana y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. La traslocación de macro y microelementos, dentro de la planta, es favorecida; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas (Narro, 1987).

Flores (1993), expone que los AH presentan ciertos efectos en la planta, como el traslado de nutrimentos desde las raíces hasta la parte aérea

y del exterior de las hojas, hasta los lugares de acumulación; son activadores y estabilizadores de algunas enzimas; ayudan al desarrollo temprano de las plantas, recuperando la tensión (estrés) de trasplante, mayor expansión foliar e incremento del sistema radical.

Las SH al actuar como agentes quelatantes de iones, estimulan el crecimiento vegetal en términos de longitud y peso fresco y seco, pero esto depende de las fuentes de sustancias y de las condiciones del cultivo (Vaughan y Malcolm, 1985); en términos generales, la respuesta de la planta es superior a la adición de AF que a la de AH (Schnitzer, 2000).

Palomares (1990), se refiere que las principales funciones de los AH en las plantas es la de trasladar los nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de la planta y del interior de la hoja, incrementa la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos, son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, también estimulan reacciones y procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas, aceleran la germinación de las semillas e incrementa su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas e incrementa la biomasa total de la planta en peso fresco y peso seco.

Con la aplicación de ácidos fúlvicos en algunas especies cultivadas, como el frijón, tomate y arroz se acelera el estímulo de la actividad metabólica

en los tejidos meristemáticos, en el embrión de semillas, raíces, tallo y hoja lo cual favorece el crecimiento y desarrollo vegetal (Camacho, 2001)

Chen y Aviad (1990), concuerdan en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones. Adani *et al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

Las sustancias fúlvicas al aplicarse a suelos y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir la dosis de varios agronómicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

2.8. LAS ENZIMAS

Las enzimas son proteínas que tiene la función de catalizadores biológicos, que aceleran reacciones químicas, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente que cualquier otro proceso.

Aceleran las reacciones en la célula, de manera que algunas reacciones, que por sí solas tardaría algunos años en ocurrir, o bien exigirán temperaturas de muchos grados centígrados, pueden dan lugar en unos segundos y temperaturas ordinaria.

Así pues hablando de manera estricta, las enzimas no causan reacciones, sino aceleran, prácticamente puede decirse que las enzimas inducen estas reacciones en el sistema protoplasmático con lo cual se hace posible la vida. (Wrba y Pecher, 1996).

2.8.1.Efecto en las planta

Hope y Leuring, (1982) reportan sustancias antibióticas que después de aplicaciones a las plantas mejora a la resistencia a enfermedades causadas por hongos, bacterias y al ataque de insectos.

2.9. AMINOÁCIDOS

Los aminoácidos, son sustancias orgánicas de bajo peso molecular con una función ácida (COOH) y uno amino (NH₂), su principal función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular (Chen y Aviad, 1990), cumplen funciones clave en la estrategia que realizan las plantas para tolerar el estrés (Ma *et al.*, 2001) y adecuación de las plantas en suelos contaminados con metales pesados (López *et al.*, 2000).

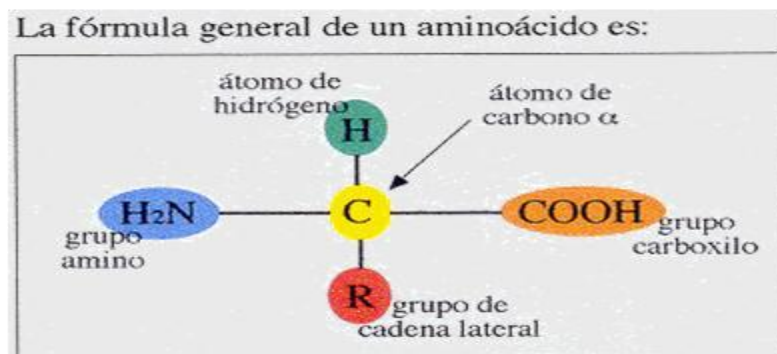
Los aminoácidos son moléculas orgánicas que forman parte de las proteínas. Las plantas por si solas son capaces de biosintetizar aminoácidos

a través de compuestos inorgánicos como nitrógeno, azufre y otros compuestos orgánicos.

Los aminoácidos son elementos estructurales de la base de las proteínas. Cada proteína tiene propiedades físico-químicas particulares, conferido por la secuencia de sus aminoácidos y su estructura tridimensional. En las plantas desarrollan funciones estructurales (como componentes de las paredes celulares), enzimáticas (muchos procesos bioquímicos están catalizados por proteínas) y hormonales.

Las proteínas participan en la casi-totalidad de las reacciones químicas de los organismos vivos. Su importancia universal está confirmada por su papel de enzima, catalizando reacciones químicas de las células.

Se caracterizan por tener en su molécula un grupo amino ($-NH_2$) y un grupo ácido ($-COOH$) unidos a un mismo carbono, denominado carbono alfa. A este carbono se encuentra unidos también un átomo de hidrógeno y un radical que es el que diferencia a los distintos aminoácidos.



Existen 20 aminoácidos diferentes y todos ellos tienen una parte común en su molécula que consiste en un grupo amino (NH_3) y un grupo ácido (COOH).

2.9.1. Funciones en la planta

Todas las especies vegetales necesitan sintetizar los aminoácidos necesarios para la formación de proteínas, a partir de glucosa y nitrógeno mineral. Para esta síntesis de aminoácidos y proteínas la planta efectúa un importante consumo energético. En la actualidad se suministran a la planta directamente los aminoácidos necesarios, con el fin de conseguir un ahorro energético, abasteciéndose así una respuesta muy rápida.

Se asume que los aminoácidos son metabolizados en forma rápida, en la planta elabora sustancias activas, mediante el fósforo, el cual se acumula y vigoriza el tallo y se asocia en la producción de fruto. (Inagrosa).

Los aminoácidos aún cuando son considerados fuente de N, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que produce sobre el metabolismo del vegetal según (Liñan, 2001)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del Sitio Experimental y Geográfica.

En la pequeña propiedad denominada “San Isidro” dentro del Cañón de la Roja, perteneciente al municipio de Arteaga. La realización del experimento se llevó a cabo durante el ciclo de producción 2010. Bajo condiciones de temporal en el área denominada el cañón de la roja, pertenece al municipio de Arteaga, Coahuila se ubica dentro de las coordenadas de 25°26'00" Latitud Norte y 100°51'00" Longitud Oeste y una altura de 1920 msnm. (Metros sobre el nivel del mar).

El cañón La Roja tiene dos Vías de acceso, la primera por un camino de terracería que tiene una longitud de 34 Km desde el poblado de Arteaga y la segunda por la carretera Los Lirios-El Tunal cruzando el Cañón de la Carbonera.

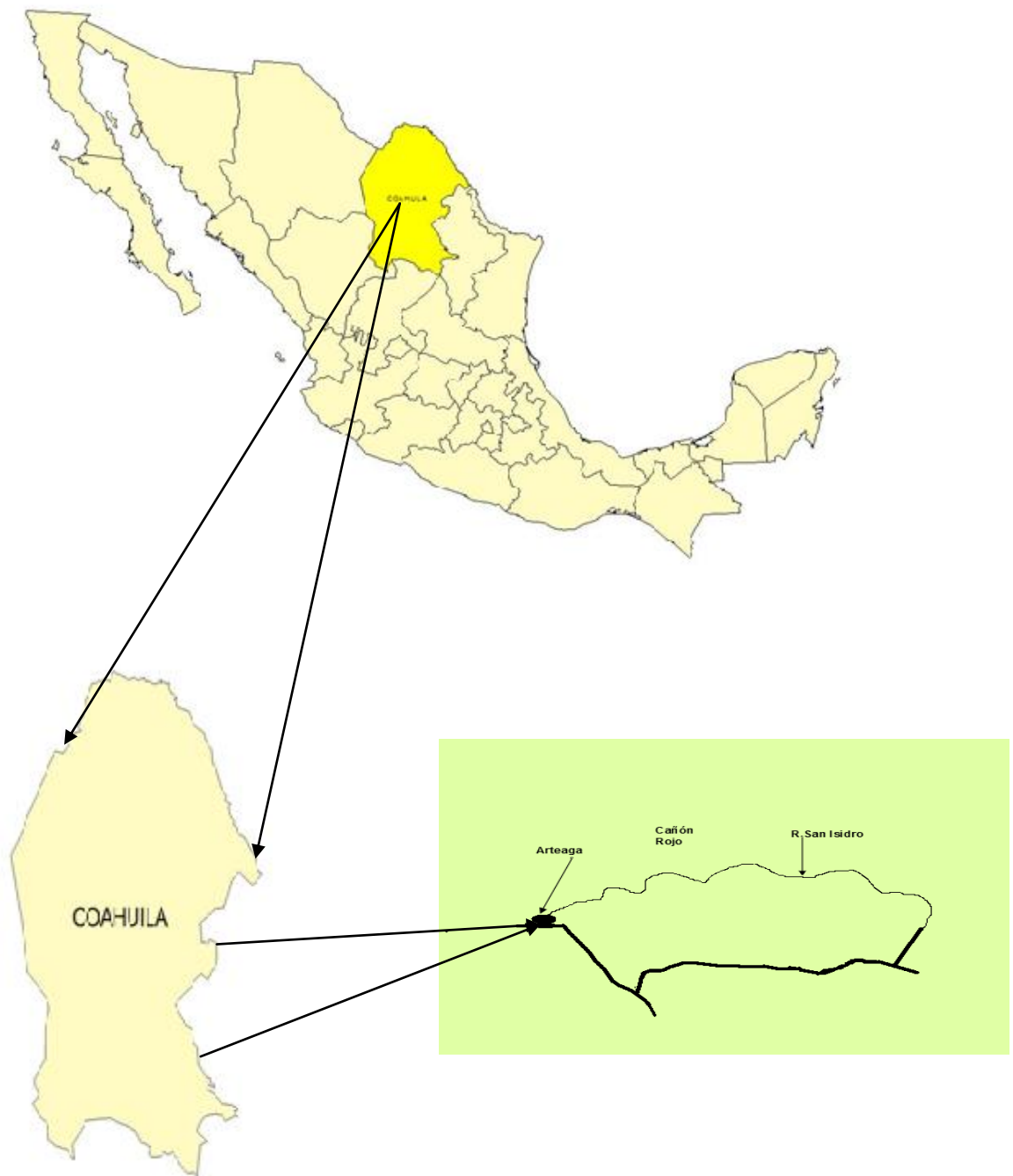


Figura 1. Mapa de localización del sitio experimental

3.2. Clima

CETENAL (1977) reporto que según la clasificación de Koppen modificado por El cañón La Roja tiene dos Vías de acceso, la primera por un camino de terracería que tiene una longitud de 34 Km desde el poblado de Arteaga y la segunda por la carretera Los Lirios-El Tunal cruzando el Cañón de la Carbonera

E. García, el clima predominante en la localidad del cañón de la Carbonera se sitúa dentro de la formula: Bso (hD) W (eD), cuya inscripción es; clima seco, muy extremoso.

De acuerdo con los registros tomados en las entidades ubicadas en la villa de Arteaga y en las congregaciones de San Antonio de las Alazanas, El clima se caracteriza por poseer una temperatura media anual de 14.4°C con una máxima de 36 °C y una mínima de -8.5°C, presentándose las temperaturas más bajas en los meses de diciembre a febrero, las máximas de mayo a septiembre.

3.2.1. Precipitación pluvial

Precipitación media anual de 550 mm y la evapotranspiración varía de 1409 a 1518 mm, siendo el periodo de lluvias de junio octubre,

presentándose en estos meses la más alta humedad relativa que llegan alcanzar valores de hasta 80%.

Precipitación de Rancho San Isidro Enero a Diciembre del 2010.

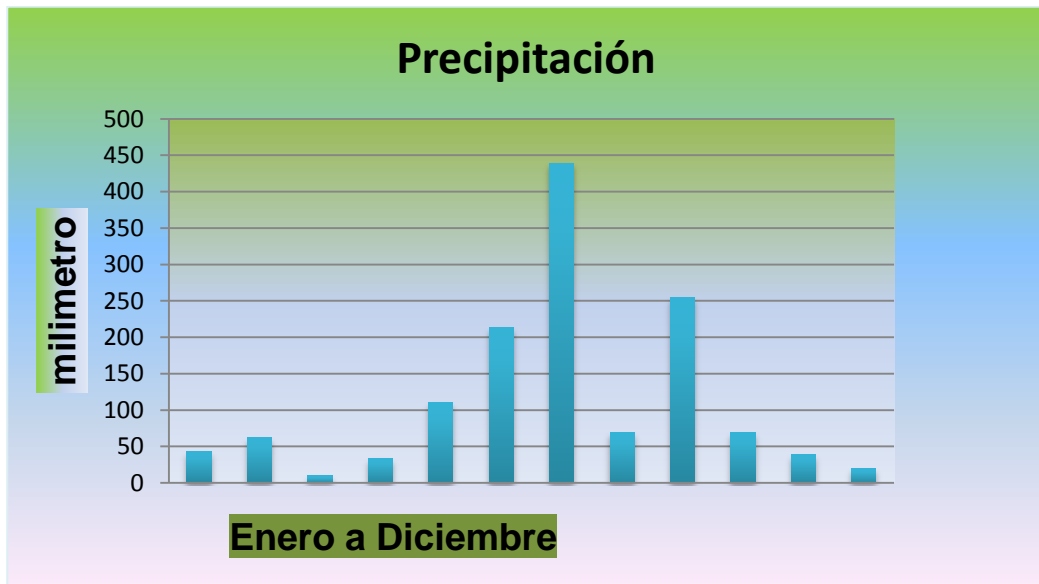


Figura 2. Precipitación de Rancho san Isidro Municipio de Arteaga Coahuila

Unidad en mm			
Enero 43	Abril 33.6	Julio 439.2	Octubre 69.6
Febrero 62.4	Mayo 110.4	Agosto 254.4	Noviembre 38.4
Marzo 9.6	Junio 213.6	Septiembre 69.6	Diciembre 19.2

3.3. Suelo

Según la cartografía del lugar, El suelo se clasifica como litosoles, feosem, calcáreos, xerosol háplico, y regosoles. Los cuales se han originado a partir de material geológico original que data del cretáceo superior, los

cuales son lutitas, arenisca y rocas calizas, formando suelos de textura media, fina y gruesa. Geográficamente es un valle intramontañoso.

Para apoyar la descripción de la cartografía de la zona se practicaron análisis de caracterización, de los cuales se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro.

CUADRO 4. Análisis de descripción de suelo

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO	VALOR	UNIDADES
Textura	Hidrómetro	25	Arena (%)
		25	Limo (%)
		50	Arcilloso
Textura			ARCILLOSO
Dr	Picnómetro	2.4	g/cc
Da	Probeta	1.10	g/cc

(%) = Porcentaje

g/cc = gramos por centímetro cúbico

3.4. Vegetación

La vegetación característica es la que de bosque en asociaciones de pino piñonero (*Pinus senbroides*) y encino (*Quercus spp*), lechuguilla y pastos como arista, atriplex y otros.

3.5. Deshierbes

Se realizaron dos deshierbes uno a los 20 días después de la siembra y el segundo 63 días después del primer deshierbe, el cual consistió en eliminar malas hierbas que competían con el cultivo, en espacio, agua y nutrientes, eliminando en forma manual.

3.6. Siembra

La siembra fue el 6 de junio del 2010. Esta se llevo a cabo en forma manual con una densidad de población 70,000 plantas/ha.

3.7. Materiales genéticos

- Maíz elotero
- Hibrido AN-430

3.8. Fuentes empleadas son:

- Fosfato monoamónico (11-52-00).
- Urea (46 % de N).

3.9. Productos Foliares

- Promotor
- Miyamonte (20-30-10)
- Aminocel (500)

3.10. Fertilización

El fertilizante MAP (Fosfato monoamónico) fué aplicado al momento de la siembra en “chorrillo” es decir, directamente en el surco más o menos uniformes con una dosis de 11-52-00 y la otra mitad se aplico cuando el cultivo tiene 66 días durante la siembra.

Urea (46 por ciento de Nitrógeno) fué aplicado al momento de la siembra y la otra mitad se aplico cuando el cultivo tiene 66 días durante la siembra.

3.11. Fertilización foliar

La aplicación de fertilizantes foliares se aplicó el 22 de junio del 2010, manualmente con una bomba de aspersión en forma foliar directamente en las plantas del maíz, la segunda aplicación fue el 17 de julio y posteriormente la tercera aplicación fue el 6 de agosto del 2010.

3.11.1. Promotor

Estimulante promotor de cambios iónicos

Análisis garantizado.....% en peso

Agentes quelantes.....	31.00
Derivados de elementos orgánicos fúlvicos.....	0.50
Aminoácidos libres.....	0.50
Diluyentes y a condicionantes.....	68.50

3.11.2. Miyamonte (20-30-10)

Componentes

Nitrógeno total

Equivalente a 20 gr de N/L	20.00%
Fósforo disponible (P ₂ O ₅)	
Equivalente a 30 gr de P ₂ O ₅ /L.....	30.0%
Potasio disponible K ₂ O.....	10.0%
Equivalente a 10 K ₂ O/L.....	3.5
Enzimas y carbohidratos	
Acondicionadores y emulsificantes relacionados.....	36%
Total	100%

3.11.3. Aminocel 500

Complejo de L-aminoácidos libres para aplicación foliar y al suelo

Polvo soluble

Composición porcentual:

Porcentaje en peso

Aminoácidos libres	50.000%
Nitrógeno (N)	10.000%
Fósforo (P ₂ O ₅)	8.000%
Potasio (K ₂ O)	10.000%
Fierro (Fe)	0.100%
Zinc (Zn)	0.030%
Manganeso (Mn)	0.020%
Magnesio (Mg)	0.010%
Molibdeno (Mo)	0.005%
Boro (B)	0.010%

3.12. Características de las Unidades Experimentales

Diseño Experimental.....Factorial 3x3x3x2, con arreglo en parcelas

Subdivididas y distribución en bloques al azar.

Fecha de Siembra.....06-Junio del 2010.

No. de Tratamientos.....27

No. de Repeticiones.....2

Área total de Experimento.....1080 m²

Área por block experimental.....540 m²

Área por Repetición.....540 m²

Área por Parcela Experimental.....20 m²

Área por Parcela Útil.....10 m²

No de Surcos por Parcelas.....5

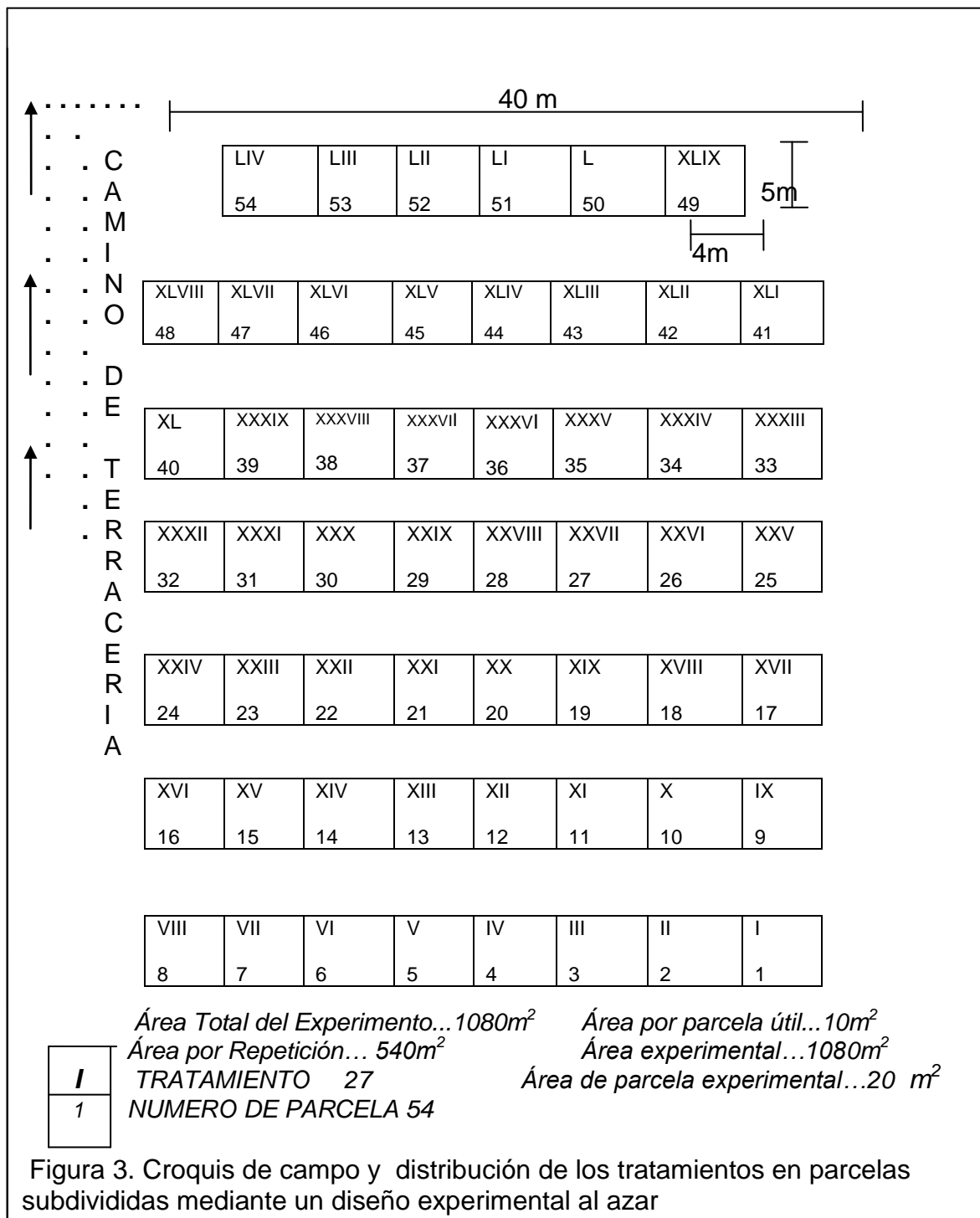
Longitud de Surcos.....5m

Distancia entre Surcos.....80cm

Distancia entre Plantas.....0.20cm

Plantas por Surco.....25

Densidad de Siembra.....70,000 plantas



3.13. Diseño Experimental

Se utilizo un diseño factorial (3x3x3x2) con arreglo en parcelas subdivididas y una distribución en bloques al azar, con 2 repeticiones. Las variables son cualitativas. La primer variable fueron variedades de los híbridos, ubicados en la parcela grande que correspondió:

- Maíz elotero,
- Hibrido AN-430

La parcela mediana correspondió a los productos de fertilizantes foliares.

- Promotor
- Miyamonte 20-30-10
- Aminocel 500

La parcela Chica Correspondió a la Dosis de los tratamientos

- 30, 60 y 90%

3.14. Modelo Estadístico

El modelo estadístico para el análisis de varianza.

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \gamma_l + (\alpha\gamma)_{jl} + (\beta\gamma)_{kl} + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijkl} Variable de respuesta en el bloque i-ésimo de la combinación de i- ésimo nivel del factor B y K-ésimo nivel del factor C.

μEfecto de la media general

P_i Efecto del i-ésimo bloque

α_j Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_k Error de la parcela grande.

$(\alpha\beta)_{jk}$Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

γ_{ij} Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A en el j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\gamma)_{jl}$ Error de la parcela mediana.

$(\beta\gamma)_{kl}$ Efecto del k-ésimo nivel del factor C.

$(\alpha\beta\gamma)_{jkl}$... Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A en el k- i-ésimo nivel del factor C.

ϵ_{ijk}Error en la parcela chica

$i = 1 \dots 2$ repeticiones

$j = 1 \dots 2$ variedad

$k = 1 \dots 3$ producto

$l = 1 \dots 3$ dosis

ϵ : error experimental

$\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2_a)$

$\epsilon_j \sim N(0, \sigma^2_b)$

$\epsilon_k \sim N(0, \sigma^2_c)$

3.15. VARIABLES EVALUADAS

3.15.1. Días a Emergencia

Se consideraron los días que transcurrieron desde la siembra hasta que había una emergencia del 80% en cada unidad experimental, en días.

3.15.2. Altura de Planta

Es la distancia que hay desde la base de la planta hasta donde empieza a ramificarse la espiga.

3.15.3. Diámetro de Tallo

Con la ayuda del Vernier se obtuvieron los datos de esta variable, y se toma en la base del tallo al ras del suelo en (cm).

3.15.4. Peso Seco de la Planta

Para la obtención de estos datos se corta ya seca en pequeños trozos y se depositaron en bolsas de papel para después terminar el proceso de secado en la estufa a una temperatura de 51 °C por último se prosiguió a pesar en la balanza.

3.15.5. Días a Floración

Se tomaron tanto masculinas como femeninas, contando los días a partir del momento de la siembra hasta que las plantas de cada parcela tenían el 50 por ciento de anteras dehiscentes y estigmas receptivos respectivamente, tanto masculina como femenina, considerándose cuando el 50% de las espigas están dehiscentes y el 50% de los estigmas están receptivos, respectivamente.

3.15.6. Altura de Mazorca

En las mismas 10 plantas se midió la longitud que hay entre la base y el primer nudo de inserción de la mazorca más alta en la tierra.

3.15.7. Análisis de Crecimiento

El crecimiento se caracteriza por un incremento en el peso seco o fresco, que existe la duplicación del protoplasma, multiplicación celular, un aumento permanente en el volumen y un incremento de tamaño de diversos órganos de la planta. El crecimiento puede estudiarse de varias maneras; la más usual es medir alguna parte de la planta o la planta completa a diversos intervalos de tiempo.

La definición más precisa de crecimiento consiste en la acumulación de biomasa en términos generales (Hunt, 1989).

3.15.8. Rendimiento

El rendimiento de grano en maíz es la integración de la materia seca en el tiempo. La tasa de duración del llenado de grano, ha sido sugerida por Frey como el factor mediante el cual debe ser mejorado a través de la selección y resulta en el mejoramiento del rendimiento (Frey, 1982).

Menciona que la expresión fenotípica del rendimiento depende de dos factores: uno genotipo y otro ambiental, cualquier cambio cualitativo o cuantitativo, en uno ambos de estos factores producirá un efecto fenotipo diferente (citado por Ponce 1991).

3.15.9. Materia Seca (biomasa)

La materia seca es la resultante final del proceso fotosintético y de la respiración, en esta parte de los carbohidratos producidos en este proceso, son utilizados como material de construcción para la estructura de la planta (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

La tasa de acumulación de materia seca en algunas especies es limitada por la disponibilidad del carbono, agua, nitrógeno, etc., pero en otras especies la tasa está influenciada muy poco por estos factores, a no ser que estén suministrados en menor cantidad o por debajo de los valores normales. Para las especies superiores, si algún factor es limitante, la expansión foliar, de pecíolos y tallo internodal son inhibidos, pero las hojas nuevas continúan apareciendo a una tasa exclusivamente en función de la temperatura (Mayaki et al., 1976).

CUADRO 5. Costos de Producciones Generales del Maíz

Costos de Producción Generales del maíz	1ha.
1.- Subsuelo	\$800
2.-Barbecho	\$700
3. Rastra	\$500
4.-Nivelación	\$400
5.-Siembra	\$400
6.-Fertilizacion a base T17 50 kg y SA. 50 kg	\$425+2250
7.-Riego x jornales/diario se aplica 5 riegos	\$750
8.-Combate de gusano cogollero furarán granulado liquido	\$250 1/Lts
9.-Combate de araña roja pulgones furarán granulado liquido	\$250 1/Lts
10.-Combate de gusano olotero furarán granulado liquido	\$250 1/Lts
11.-Combate de malezas (faena premergente)	\$300 1/Lts
12.-Combate hiervavyna (premergente)	\$ 75 1/Lts
Total de costos	\$7,350.00

Fuentes: Prácticas Agropecuarias 2011

Se presenta el análisis económico realizado en el presente trabajo, con la finalidad de ver la rentabilidad de los diferentes productos utilizados y así tener bases para recomendarlos a los productores. Este es muy

importante debido a que muchas veces se logra aumentar la producción pero los costos de producción también se incrementan en forma considerable por lo cual resulta incosteable la aplicación de los productos.

CUADRO 6. Análisis Económico de promotor

producto	Costo del producto	Tratamientos 30%	Costo del tratamiento \$	Costo total \$
Promotor de 1 Litro	98.00			98.00
		T1	7.938	
		T2	7.938	
		T3	7.938	
		T4	7.938	
		T5	7.938	
		T6	7.938	
		T7	7.938	
		T8	7.938	
		T9	7.938	71.442
		60%		
		T1	15.876	
		T2	15.876	
		T3	15.876	
		T4	15.876	
		T5	15.876	
		T6	15.876	
		T7	15.876	
		T8	15.876	
		T9	15.876	142.884
		90%		
		T1	23.814	
		T2	23.814	
		T3	23.814	
		T4	23.814	
		T5	23.814	
		T6	23.814	
		T7	23.814	
		T8	23.814	
		T9	23.814	
		T9	23.814	214.326
Total de costos				\$ 526.652

CUADRO 7. Análisis Económico de miyamonte

producto	Costo del producto	Tratamientos 30%	Costo del tratamiento \$	Costo total
miyamonte de 1 Litro	75.00			75.00
		T1	9.1125	
		T2	3.0375	
		T3	3.037	
		T4	3.0375	
		T5	3.0375	
		T6	3.0375	
		T7	3.0375	
		T8	3.0375	
		T9	3.0375	82.0125
		60%		
		T1	18.225	
		T2	6.075	
		T3	6.075	
		T4	6.075	
		T5	6.075	
		T6	6.075	
		T7	6.075	
		T8	6.075	
		T9	6.075	164.025
		90%		
		T1	26.325	
		T2	26.325	
		T3	26.325	
		T4	26.325	
		T5	826.325	
		T6	26.325	
		T7	26.325	
		T8	26.325	
		T9	26.325	236.925
Total de costos				\$557.9625

CUADRO 8. Análisis Económico de Aminocel

Producto	Costo del producto	tratamientos 30%	Costo del tratamiento \$	Costo total
Aminocel de 1 kg	319.00			319.00
		T1	51.678	
		T2	51.678	
		T3	51.678	
		T4	51.678	
		T5	51.678	
		T6	51.678	
		T7	51.678	
		T8	51.678	
		T9	51.678	465.102
		60%		
		T1	103.356	
		T2	103.356	
		T3	103.356	
		T4	103.356	
		T5	103.356	
		T6	103.356	
		T7	103.356	
		T8	103.356	
		T9	103.356	930.204
		90%		
		T1	155.034	
		T2	51.678	
		T3	51.678	
		T4	51.678	
		T5	51.678	
		T6	51.678	
		T7	51.678	
		T8	51.678	
		T9	51.678	1,395.306
Total de costos				\$3,109.612

CUADRO 9. Análisis Económico de Fertilización a Fondo

productos	Costos del producto	Tratamientos	Costo del tratamiento \$	Costo total
Urea (46% de N) de 50 kg.	385.00			385.00
Fosfato monoamonico (11-52) de 50 kg	495.00	30%		495.00
		T1	3.4049+4.349268	
		T2	3.4049+4.349268	
		T3	3.4049+4.349268	
		T4	3.4049+4.349268	
		T5	3.4049+4.349268	
		T6	3.4049+4.349268	
		T7	3.4049+4.349268	
		T8	3.4049+4.349268	
		T9	3.4049+4.349268	69.787872
		60%		
		T1	6.90505+8.224524	
		T2	6.90505+8.224524	
		T3	6.90505+8.224524	
		T4	6.90505+8.224524	
		T5	6.90505+8.224524	
		T6	6.90505+8.224524	
		T7	6.90505+8.224524	
		T8	6.90505+8.224524	
		T9	6.90505+8.224524	136.166184
		90%		
		T1	10.36081+12.33619	
		T2	10.36081+12.33619	
		T3	10.36081+12.33619	
		T4	10.36081+12.33619	
		T5	10.36081+12.33619	
		T6	10.36081+12.33619	
		T7	10.36081+12.33619	
		T8	10.36081+12.33619	
		T9	10.36081+12.33619	204.273036
Total de costos				\$1,290.227092

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del análisis e interpretación de los resultados es importante considerar los factores como la temperatura y la humedad de suelo. Las temperaturas que presentaron fueron favorables siendo de 25 a 30°C desde el principio, según Llanos (1984) el cultivo de maíz se desarrolla mejor en un rango de 20 a 30°C. Aunque al final del cultivo se presentaron bajas temperaturas lo que afectó en el desarrollo y rendimiento en el cultivo.

En cuanto a la humedad del suelo no se presentó ningún déficit de humedad, manteniendo tensiones debajo de 30 cb, por lo que se puede decir que este no fue factor limitante en la producción, Arrellano y Pinales (1999) que encontró que a estas tensiones se obtiene los mejores rendimientos para esta región.

De acuerdo a los parámetros que se evaluaron se presentan sus resultados.

Materia seca en maíz elotero

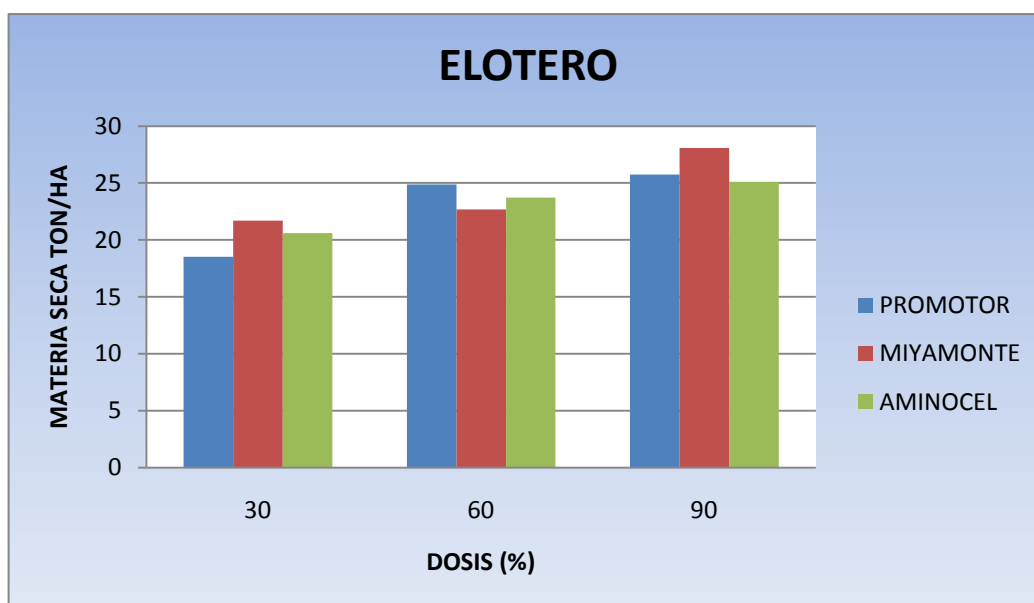


Figura 4. Resultado de materia seca en tonha^{-1}

En la figura muestra gráficamente el rendimiento de la materia seca en la aplicación de fertilización foliar: la dosis alta el tratamiento que resulto mejor es con la aplicación de miyamonte hubo un rendimiento de 27 ton/ha de la biomasa, seguido promotor hubo un rendimiento significativo, menciona Palomares (1990), que los ácidos fúlvicos incrementa la biomasa total de la planta en peso fresco y peso seco, por último es aminocel aunque el rendimiento sea favorable pero económicamente resulta un costo muy elevado.

En la aplicación de fertilización foliar: en la dosis media el tratamiento que resulto mejor es promotor hubo una tendencia significativa

en la comparación de la dosis media, aunque las diferencias son muy pequeñas entre tratamientos.

Arteaga dice (1987) que la aplicación de potasio a un suelo deficiente en este nutrimento, provoco un aumento en la producción de follaje de las plantas de maíz.

Materia seca en híbrido AN-430

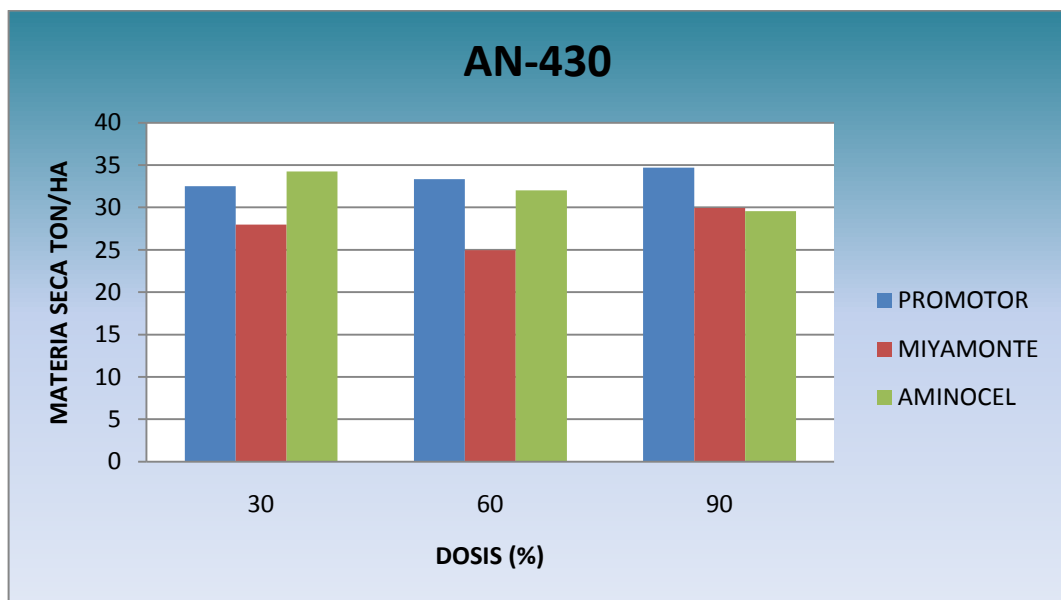


Figura 5. Resultado de la materia seca en tonha⁻¹

Se observa el comportamiento del rendimiento de la materia seca en la aplicación de fertilización foliar de la dosis alta: el tratamiento que resulto mejor es con la adición de promotor con un rendimiento de 34 ton/ha, menciona Palomares (1990), que los ácidos fúlvicos incrementa la biomasa total de la planta en peso fresco y peso seco, por último es aminocel aunque

el rendimiento sea favorable pero económicamente resulta un costo muy elevado.

Esto significa que entre mayor dosis de la aplicación de fertilización foliar aumenta el rendimiento de la materia seca en caso de promotor como muestra gráficamente.

Se observa en la dosis baja el mejor tratamiento que resulto es aminocel, supero la dosis media aunque técnicamente se consideró como el tratamiento mejor en cuanto en aspecto económico resulta un costo muy elevado.

Palomares (1990) menciona que la aplicación de los ácidos húmicos Incrementan la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco.

Crecimiento primario Longitudinal

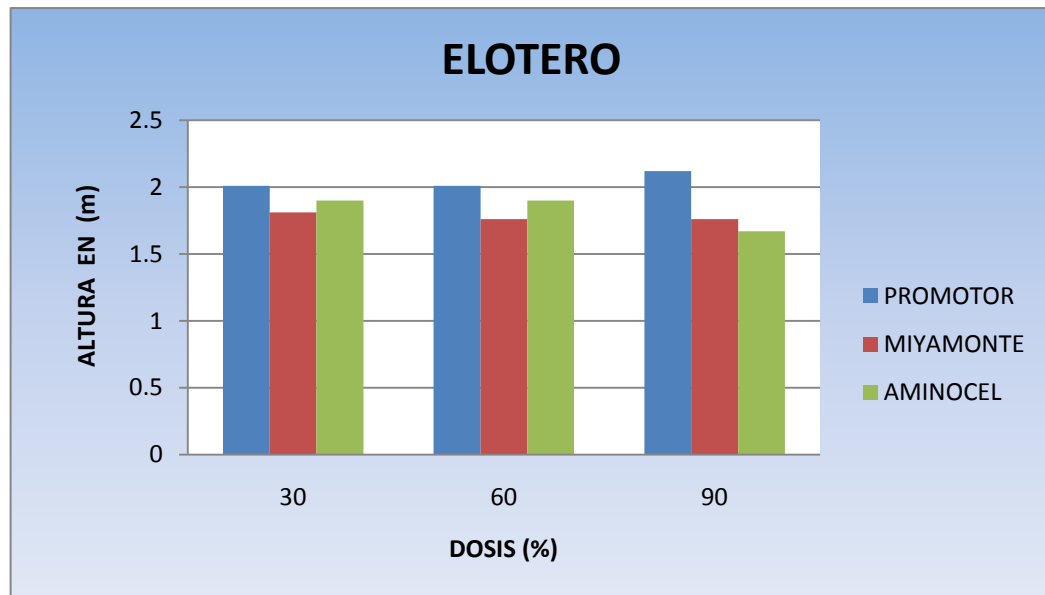


Figura 6. Altura de la planta en (cm)

En esta figura se muestra que hubo una respuesta favorable al incrementar la dosis de fertilización foliar principalmente al promotor muestra una respuesta favorable en crecimiento de la altura de planta con 2.2 m en la dosis (alta), respectivamente miyamonte y aminocel, el comportamiento de los tratamientos se tuvieron en forma ascendente como se observa en la gráfica.

Comparando los resultados entre la dosis (baja y media), el comportamiento del crecimiento longitudinal de planta, hubo una tendencia significativa con la dosis alta; Foth (1987) dice que el nitrógeno promueve un rápido crecimiento con mayor desarrollo de hojas y tallos de color verde

oscuro; aunque este desarrollo no puede efectuarse sin la presencia de fósforo y potasio y otros elementos esenciales.

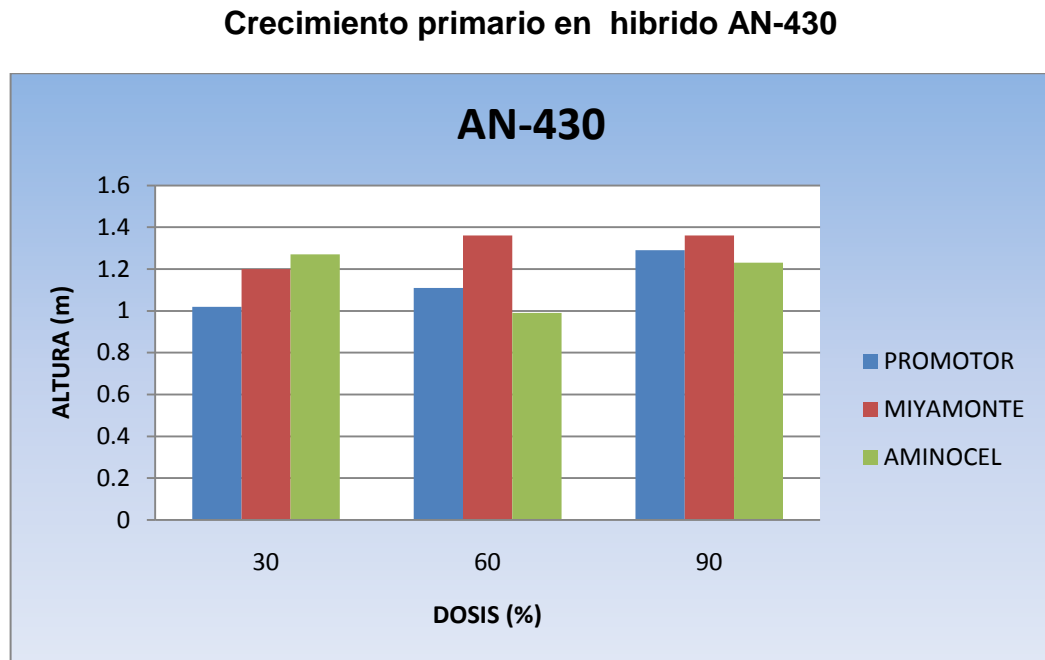


Figura 7. Altura de la planta en (cm)

Se observa además en la figura 7, que hubo una respuesta favorable al incrementar la dosis de fertilización foliar (alta), principalmente en la aplicación de miyamonte hubo más crecimiento en la altura de planta con un crecimiento de 1.3 metro, Foth (1987) dice que el nitrógeno promueve un rápido crecimiento con mayor desarrollo de hojas y tallos de color verde oscuro; aunque este desarrollo no puede efectuarse sin la presencia de fósforo y potasio y otros elementos esenciales.

Aunque en la dosis baja el tratamiento que mejor resultado es con la adición de aminoácidos, técnicamente se consideró el mejor tratamiento pero económicamente resulta un costo muy elevado.

(Liñan, 2001), menciona que los aminoácidos aún cuando son considerados fuente de N, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que produce sobre el metabolismo del vegetal.

Crecimiento secundario/grosor de tallo en maíz elotero

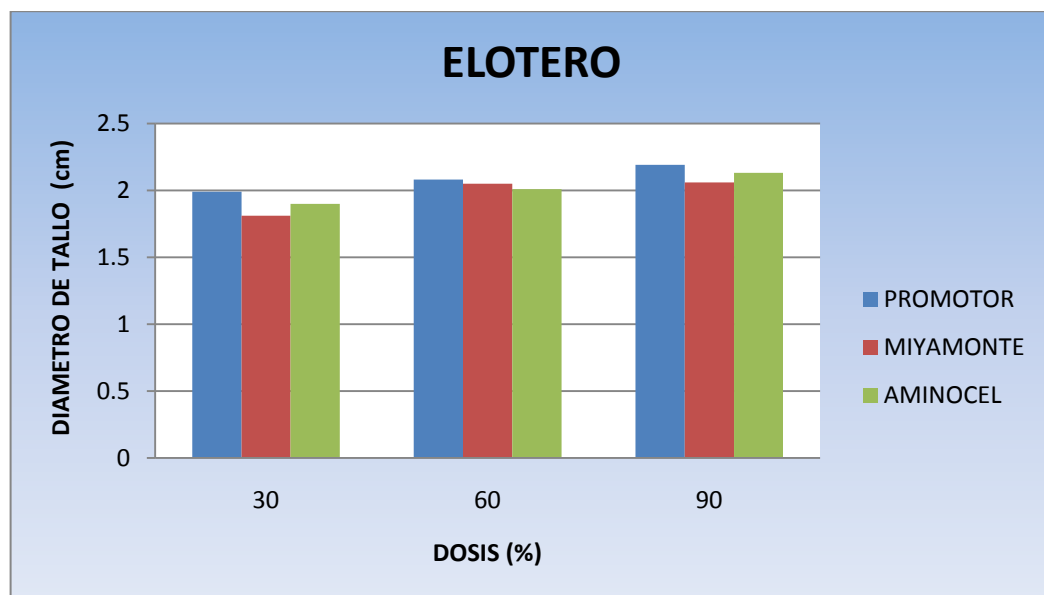


Figura 8. Tallo de la planta en (cm)

Figura 8 se observa el comportamiento de los tratamientos en crecimiento de diámetro (tallo), el tratamiento que mejor resultado: la dosis alta: es con la aplicación de promotor hubo un crecimiento de 2.2cm de

grosor de tallo, Chen y Aviad (1990), concuerdan en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

En la aplicación de fertilización foliar en la dosis baja el mejor tratamiento que presento es con la adición de promotor hubo una tendencia significativa en crecimiento de grosor de tallo, aunque las diferencias son muy pequeñas con la comparación de la dosis media, esto nos permite llevar una disminución de costos en los tratamientos.

Crecimiento secundario/grosor de tallo en híbrido AN-430

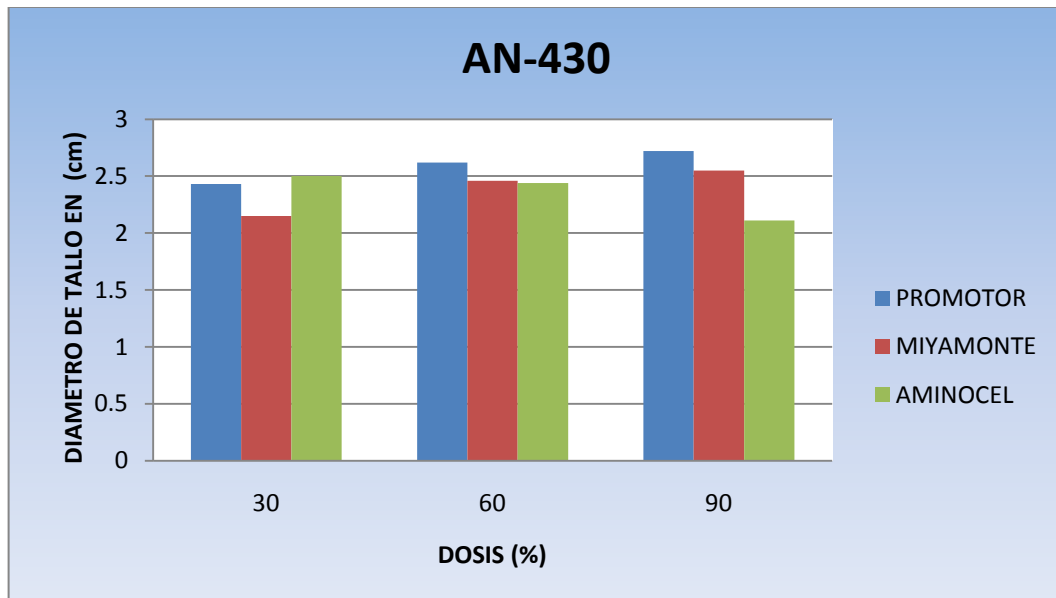


Figura 9. Diámetro de tallo en (cm)

En esta gráfica se observa el comportamiento de los tratamientos en la dosis alta, el mejor tratamiento que resultó es con la adición de promotor hubo un crecimiento de 2.3 cm de grosor de tallo ; Chen y Aviad (1990), concuerdan en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones, aunque el miyamonte hubo menor crecimiento en diámetro pero nos permite una disminución de costos en los tratamientos.

En la aplicación de fertilización foliar: la dosis media el tratamiento que mejor resultó es con la adición de promotor influyó más en crecimiento de grosor de tallo, económicamente nos permite una disminución de costos en los tratamientos.

En la dosis baja: el tratamiento que resultó mejor es aminocel, aunque técnicamente se consideró como el mejor tratamiento, en cuanto económicamente resulta ser muy elevado en los costos, (Inagrosa) Se asume que los aminoácidos son metabolizados en forma rápida, en la que la planta elabora sustancias activas, mediante el fósforo, el cual se acumula y vigoriza el tallo y se asocia en la producción de fruto

Floración en maíz elotero

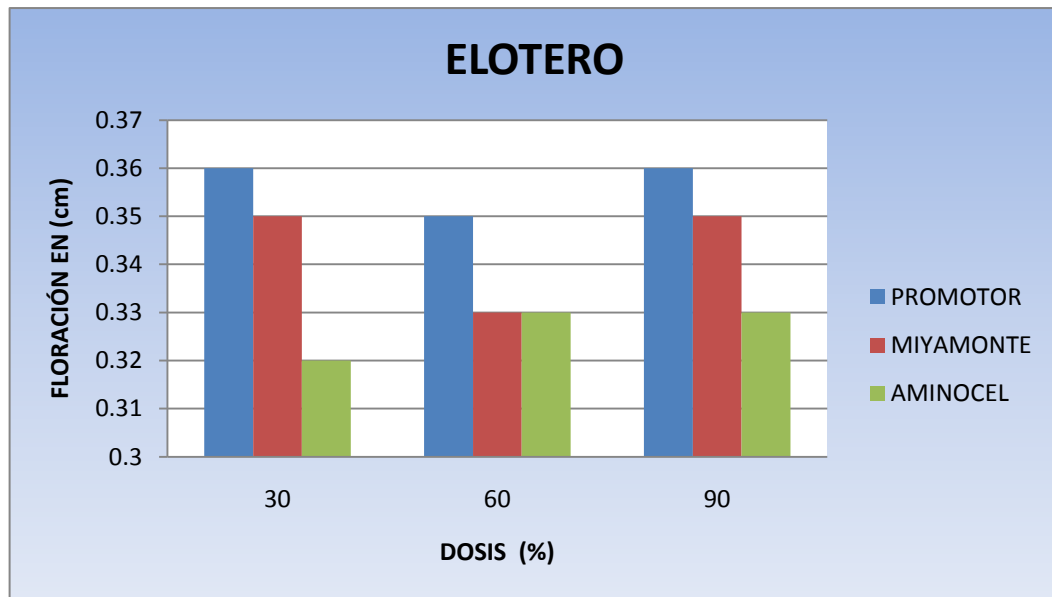


Figura 10. Floración de la planta del maíz en (cm)

En la figura 10 se observa el comportamiento de los tratamientos en la en la floración del maíz elotero, el mejor tratamiento que resulto en la dosis alta, es con la adición de promotor hubo una respuesta favorable en la longitud de floración, los tratamientos se comportaron en forma ascendente como muestra en la gráficamente.

Se puede observar y constatar en la dosis baja 30%, el tratamiento que mejor resultado es con la aplicación de promotor superó la dosis media de 60%, aunque las diferencias son muy pequeñas, económicamente nos permite una disminución de costos en los tratamientos,

por lo que se pretende es buscar alternativa aceptable en la disminución de costos en la fertilización a fondo.

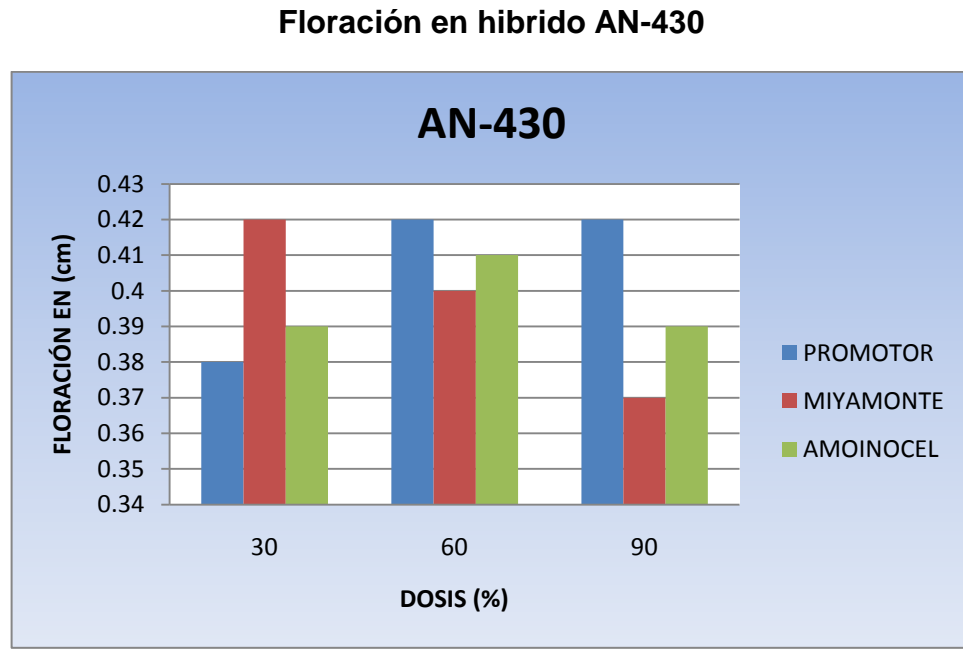


Figura 11. Floración de AN-430 en (cm)

En la figura muestra gráficamente el resultado de la longitud de floración en la dosis alta, el mejor tratamiento que resulto es con la adición de promotor, mostrando una tendencia significativa en crecimiento longitudinal de la floración.

Se observa el tratamiento que resulto mejor en la dosis media, es con la adición de promotor hubo una tendencia significativa en crecimiento

longitudinal de la floración, con respecto al resultado de la dosis alta se mantuvieron al mismo nivel.

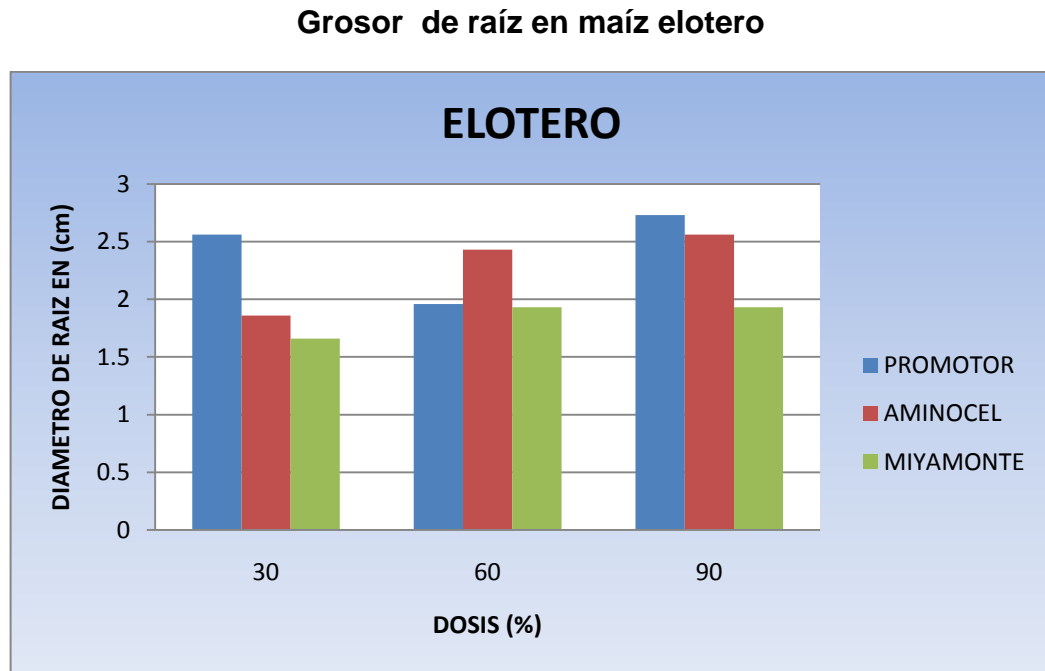


Figura 12. Diámetro de la raíz en (cm)

En la figura 12 muestra gráficamente el comportamiento de los tratamientos en la aplicación de fertilización foliar: la dosis alta el tratamiento que resulto mejor es con la aplicación de promotor hubo un aumento de grosor de raíz ya que los ácidos fúlvicos ejerce una acción sobre el crecimiento y elongación de las raíces, respectivamente miyamonte y el aminocel.

Podemos observar que los tratamientos de la dosis baja con la adición de promotor supero la dosis media de 60%, resultado ser el mejor tratamiento en crecimiento de diámetro de raíz con 2.6cm, económicamente nos permite una disminución una disminución de costos entre tratamientos.

(Chen y Aviad, 1990). Además, se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de iniciación de las raíces.

Grosor de raíz en híbrido AN-430

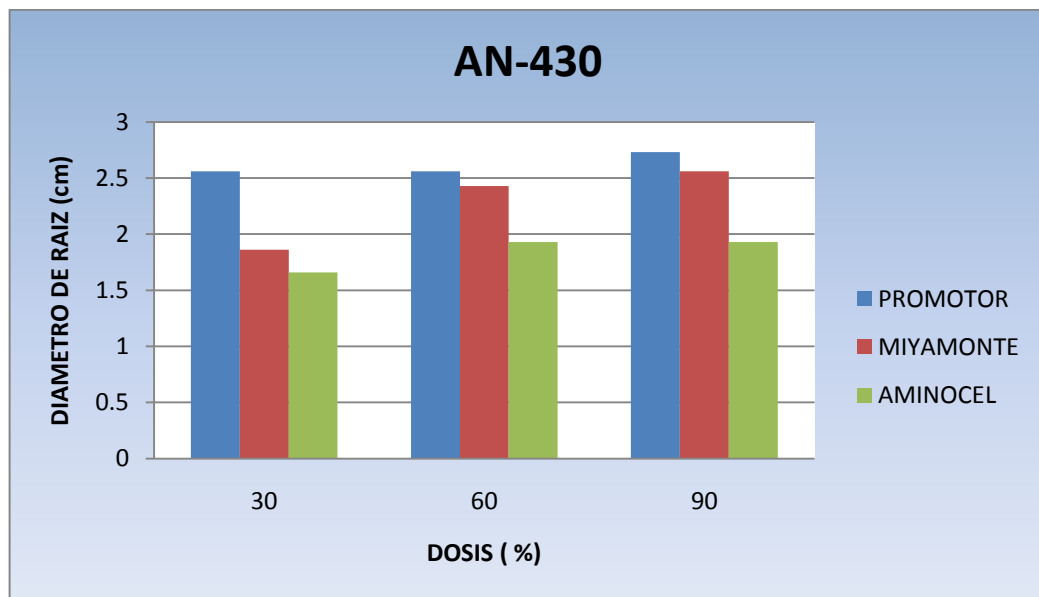


Figura 13. Diámetro de raíz en (cm)

En la figura 13 muestra gráficamente el comportamiento de los tratamientos en la aplicación de fertilización foliar: la dosis alta, el tratamiento que resulto mejor es con la aplicación de promotor con 81 ml It'

influyo más en aumento de diámetro de raíz ya que los ácidos fúlvicos ejerce una acción sobre el crecimiento de las raíces, seguido miyamonte y el aminocel.

Además se puede observar gráficamente en la dosis baja: el mejor tratamiento que presento es promotor hubo una tendencia significativa en la comparación de la dosis media de 60%, resulto ser el mejor tratamiento en crecimiento de grosor de raíz con 2.6cm, aunque las diferencias son muy pequeñas entre tratamientos.

(Chen y Aviad, 1990). Además, se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de iniciación de las raíces.

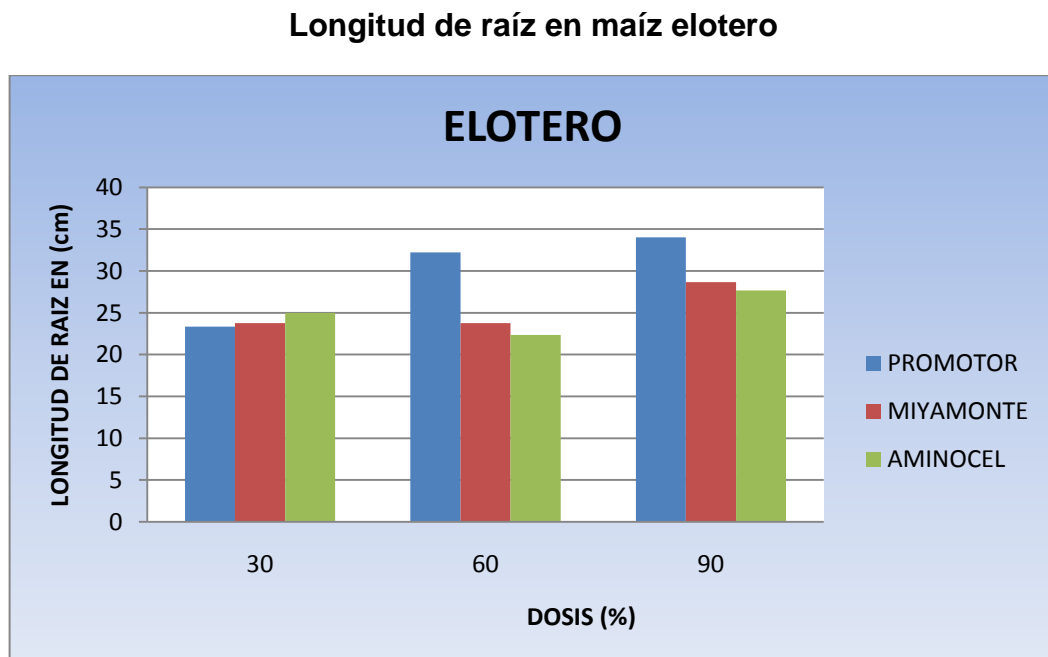


Figura 14. Longitud de raíz en (cm)

Muestra gráficamente el comportamiento de los tratamientos en la aplicación de fertilización foliar, el tratamiento que resulto mejor es con la adición de promotor hubo un aumento longitudinal de la raíz, Adani *et al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

En la figura 14 muestra gráficamente la aplicación de fertilización foliar de la dosis media: el tratamiento que resulto mejor es con la aplicación de promotor hubo un crecimiento y elongación de raíz, por lo tanto en la dosis baja se observa que el mejor tratamiento es aminocel, aunque técnicamente se considera el mejor tratamiento, pero económicamente resulta un costo muy elevado.

Longitud de raíz en híbrido AN-430

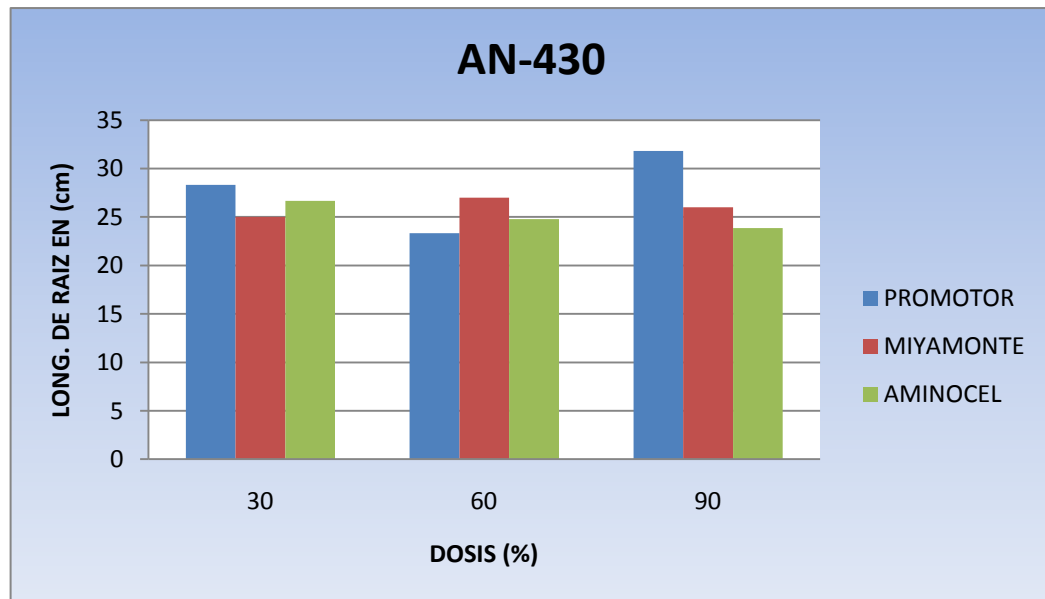


Figura 15. Longitud de raíz en (cm)

La figura 15 muestra gráficamente la aplicación de fertilización foliar de la dosis alta, el mejor tratamiento que resulto es con la adición de promotor hubo un crecimiento longitudinal de la raíz, de lo ya mencionado que los ácidos fúlvicos ejerce una acción sobre el crecimiento de las raíces, respectivamente miyamonte y aminocel.

En la aplicación de fertilización foliar: en la dosis baja se observa el comportamiento de la longitud de raíz, el tratamiento que resulto mejor es con la adición de promotor hubo un crecimiento longitudinal de la raíz con 28 cm.

Adani *et al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

Producción de elote en maíz elotero

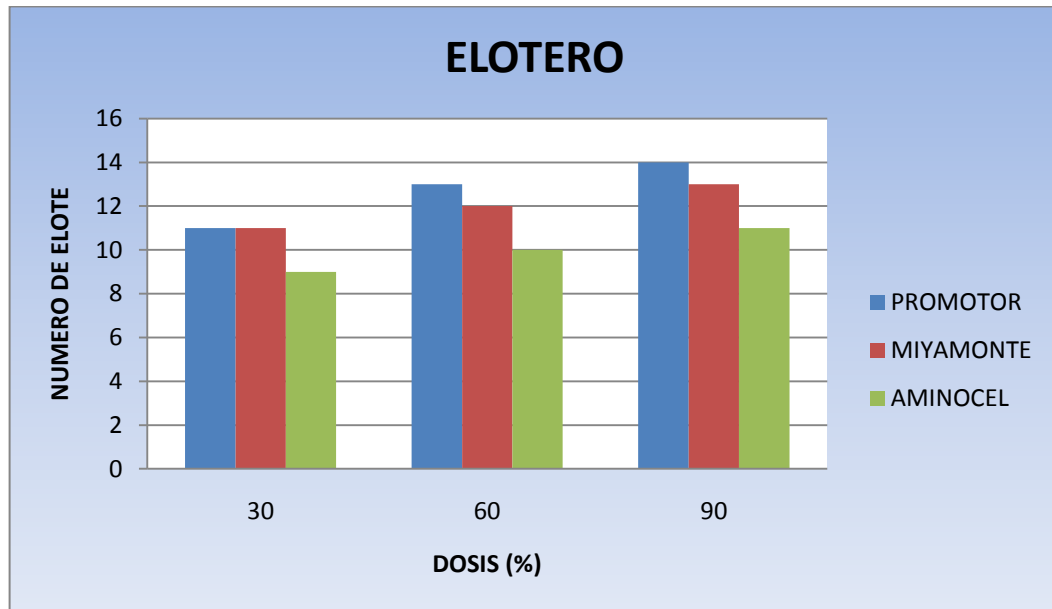


Figura 16. Número de mazorca en maíz elotero

En la figura 16, muestra gráficamente el resultado de la producción de elotes, en la aplicación de fertilización foliar: la dosis alta el mejor tratamiento que resulto es con la adición de promotor hubo un rendimiento de 14 mazorcas, respectivamente miyamonte y aminocel.

Se observa en la figura la aplicación de fertilización foliar: la dosis baja el tratamiento que resulto mejor es con la adición de promotor de

acuerdo con Mills y Benton (1996) la movilidad de los nitratos es alta tanto en suelo como en la planta, presentado niveles bajo en el suelo debido a que la planta demanda grandes cantidades de este nutrimento durante su inicio y desarrollo y llenado de grano, es cual es absorbido por la planta, posteriormente la planta ya no requiere grandes cantidades de nitrógeno por lo que las concentraciones aumentaron en planta y suelo.

Producción de elote en híbrido AN-430

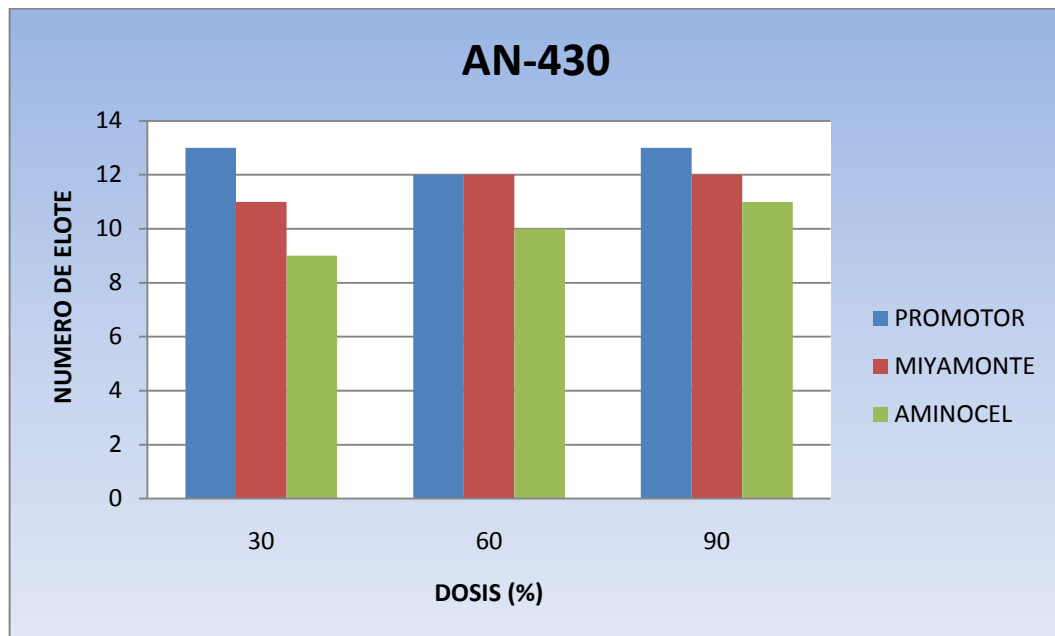


Figura 17. Número de mazorca en híbrido AN-430

En la Figura 17 muestra la aplicación de fertilización foliar: dosis alta el mejor tratamiento que resulto es con la adición de promotor con un rendimiento de 13 mazorcas, tuvieron un resultado en forma ascendente como muestra en la gráfica.

En la dosis baja hubo un rendimiento significativo en la comparación de la dosis alta, Cooke (1992) menciona que se logran mayores cosechas donde las reservas de potasio en el suelo son bueno. En cuanto a la movilidad del potasio en suelo es media y alta en la planta, siendo la mayor demanda durante el llenado de grano y maduración, la concentración de K en planta vario respecto a la etapa de crecimiento notándose un mayor demanda en el llenado de grano.

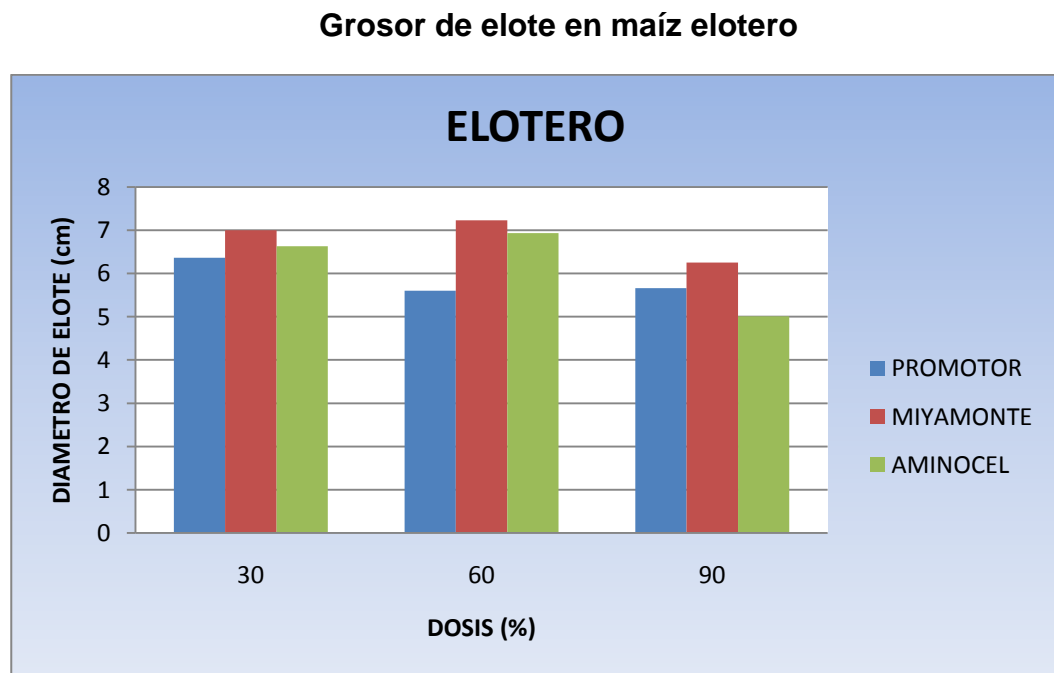


Figura 18. Grosor de mazorca en (cm)

En la figura 18 muestra gráficamente el comportamiento de los resultados en grosor de elote, en la aplicación de fertilización foliar en la dosis (alta), el tratamiento que resulto mejor es miyamonte con 6.2cm de

diámetro con la adición de 117 ml/lit. miyamonte, respectivamente promotor y miyamonte.

Se observa que hubo una respuesta favorable en la aplicación de fertilización foliar en la dosis (baja) supero la dosis alta de 90%, en la aplicación de fertilización foliar en la adición de promotor, hubo una respuesta significativa en crecimiento de grosor de olote, analizando económicamente el resultado obtenido nos permite una disminución de costos en los tratamiento, aunque técnicamente el mejor tratamiento es miyamonte.

Grosor de elote en híbrido AN-430

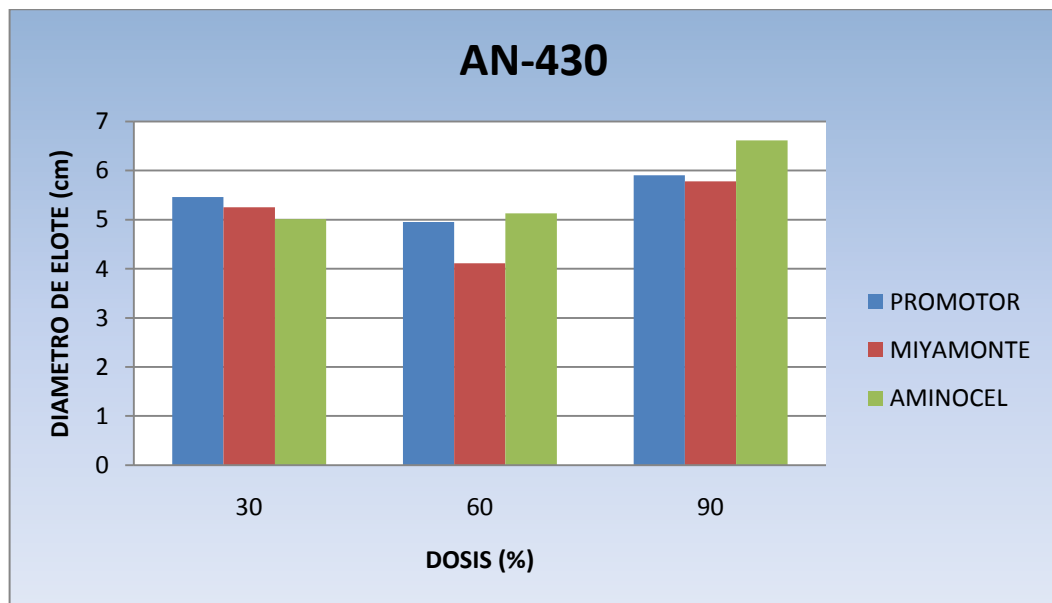


Figura 19. Grosor de olote en (cm)

En la figura 19 se muestra gráficamente el grosor de elote en la aplicación de fertilización foliar: la dosis alta, el mejor tratamiento que resulto es con la adición de aminocel, aunque técnicamente se considero como el mejor tratamiento, analizando económicamente resulta un costo elevado, por lo que se pretende buscar una alternativa aceptable que conlleve a una disminución de costos en la fertilización a fondo.

Se muestra gráficamente la aplicación de fertilización foliar: la dosis baja hubo una respuesta favorable con la adición de promotor superó el tratamiento de la dosis media de 60%, comparando los resultados obtenidos en crecimiento de grosor de elote, resultó más favorables en la aplicación de fertilización foliar (baja), aunque las diferencias son muy pequeñas, esto nos permite una disminución de costos entre tratamientos permitiendo sustituir la reducción de abonado a fondo.

Selke (1998) menciona que el abono nitrogenado en maíz no solo aumenta el rendimiento, sino también el número de mazorcas y de granos en cada espiga.

Longitud de elote en maíz elotero

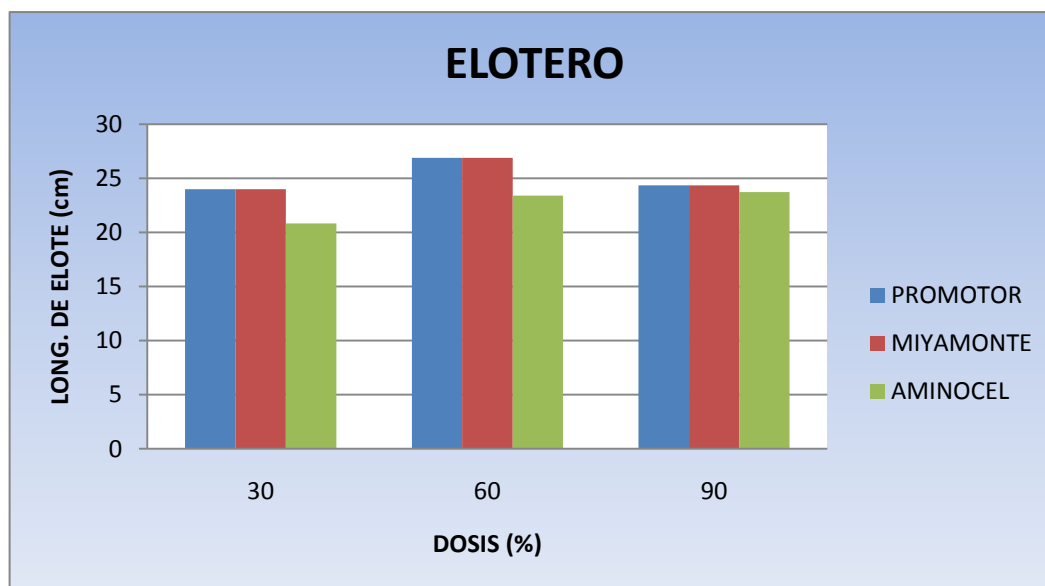


Figura 20. Longitud de elote en (cm)

En la figura 20 muestra gráficamente los resultados de la longitud de elotes en la aplicación de fertilización foliar se puede observar que las diferencias son muy pequeñas entre los tratamientos.

Con respecto al crecimiento longitudinal del elote, en la dosis media en la adición de promotor y miyamonte superó la dosis alta de 90%, hubo mayor crecimiento longitudinal del elote como se observa en la gráfica, analizando económicamente los tratamientos, con la adición de promotor nos permite una disminución de costos en los tratamientos.

Longitud de elote en híbrido AN-430

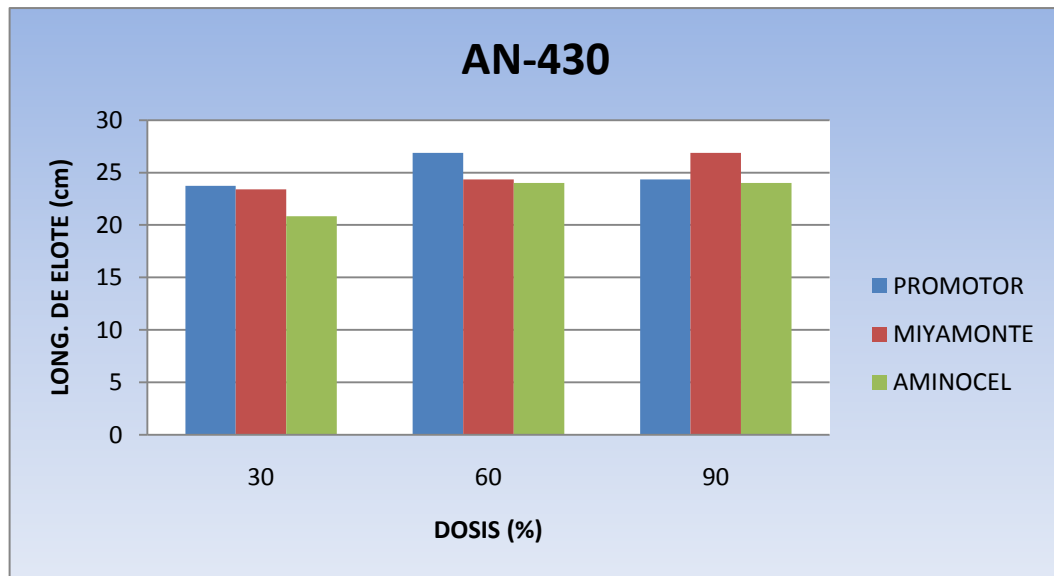


Figura 21. Longitud de elote en (cm)

En la figura 21 en muestra el comportamiento de la longitud de elote en híbrido AN-430, en la aplicación de la fertilización foliar: la dosis alta el tratamiento que resulto mejor es con la adición de miyamonte, hubo un crecimiento mayor en la longitud de la mazorca, respectivamente promotor.

Muestra gráficamente el comportamiento de los tratamientos en la dosis media, el tratamiento que resulto mejor es con la adición de promotor, se consideró como el mejor tratamiento en crecimiento longitudinal de la mazorca, analizando económicamente resulta un costo económico, por lo que nos permite una disminución de costos en los tratamientos posteriormente disminuir el costo del abonado a fondo.

4.1. Análisis de Varianza

Hubo diferencia altamente significativa entre los bloques para la variable de rendimiento, por lo que se considera que los resultados del análisis de varianza para estas variables son más confiables debido a que al utilizar el diseño factorial en bloques al azar y parcelas divididas, (ver el cuadro 10).

CUADRO 10. Análisis de Varianza para el Rendimiento del maíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Bloques	1	2.635132	2.635152	6.1458 (**)	0.132 (**)
Factor A Variedad	2	64.430237	32.215118	75.1335 (NS)	0.011 (NS)
Error A	2	0.857544	0.428772		
Factor B Producto	2	9.036469	4.518234	6.3993 (**)	0.033 (**)
A X B	4	19.488739	4.872185	6.9006 (NS)	0.02 (NS)
Error B	6	4.236328	0.706055		
Factor C Dosis	2	2.480560	1.240280	2.5812 (NS)	0.102 (NS)
A X C	4	4.929108	1.232277	2.5646 (NS)	0.073 (NS)
B X C	4	8.175720	2.043930	4.2538 (NS)	0.013 (NS)
A X B X C	8	9.893860	1.236732	2.5738 (NS)	0.045 (NS)
Error C	18	8.648987	0.480499		
TOTA	53	134.812683			

* Significativo al nivel 0.05 de probabilidad Si $FC < F.05$ se acepta H_0 , no hay diferencia significativa

** Significativo al nivel 0.01 de probabilidad, se rechaza H_0 , hay diferencia altamente significativa.

C.V. (ERROR B)= 23.2203%

NS donde hubo interacciones en los factores AB, posteriormente se realizo el DMS en la tabla de medias de tratamientos, para los siguientes componentes del rendimiento.

CUADRO 11. MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR A	FACTOR B			Medias
	1 Promotor	2 Miyamonte	3 Aminocel	
1 variedad	4.7030	3.9538	4.4128	4.3566
2 Producto	4.3727	2.9260	1.4478	2.9155
3 Dosis	1.4105	2.0195	1.6210	1.6837
MEDIA	3.4954	2.9664	2.4939	2.9852

En la tabla de medias del tratamientos muestra la Variedad, en Factor A, hubo una tendencia significativa en las interacciones entre la variedad y el producto promotor.

Estadísticamente el mejor tratamiento que resulto es con la adición de promotor, hubo una tendencia significativa entre las interacciones AB, viene siendo la variedad y el producto.

Al realizar el DMS entre la media de los tratamientos en A X B, no se encontró diferencia significativa (NS), en los componentes del rendimiento, estadísticamente no hay ninguna diferencia significativa.

V. DISCUSIÓN

A manera de discusión se puede establecer que en la aplicación de fertilización foliar en la adición de promotor, gracias a la gran cantidad de grupos funcionales carboxilos (-COOH) que contienen los ácidos fúlvicos extraídos de la composta, estos complejaron a los elementos nutrimentales, principalmente el Calcio (Ca) y micronutrientes metálicos como el hierro (Fe), el cobre (Cu) y el zinc (Zn) y los colocaron disponibles para la planta del maíz.

Mientras que los aminoácidos, son considerado como sustancias orgánicas de bajo peso molecular con una función ácida (COOH) y uno amino (NH₂), su principal función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular (Chen y Aviad, 1990), cumplen funciones clave en la estrategia que realizan las plantas para tolerar el estrés (Ma *et al.*, 2001) y

Está de acuerdo con Chen y Aviad (1990), en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

Adani (1998), menciona que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

VI. CONCLUSIONES

En base de los resultados se concluye:

1. La acumulación de materia seca se favoreció por el efecto principal de los ácidos fúlvicos en la aplicación de fertilización foliar, en la adición de promotor.
2. La altura de plantas se incremento principalmente por el efecto principal de ácidos fúlvicos, en la aplicación de fertilización foliar en la adición de promotor.
3. El tratamiento que obtuvo mejor respuesta en la mayoría de los parámetros evaluados es con la aplicación de fertilización foliar, en la adición de promotor el cual se observo cubre los requerimiento del cultivo en 3 aplicaciones foliares.
4. Al realizar el análisis de varianza en los rendimientos del maíz, estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (NS).
5. En aspecto económico el tratamiento que resulto mejor en la fertilización foliar es promotor.
6. Considerando el objetivo e hipótesis formulados, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede decir que con la aplicación de fertilización foliar podemos sustituir el abonado a fondo, por lo tanto conlleve a una disminución de costos de la misma en la producción del maíz.

VII. LITERATURA CITADA

- Anónimo. (1987). "Fertilización en el tomate". Folleto técnico No 8. SARH. México, D.F
- Akira. Tanaka y Junichi Yamaguchi; Producción de materia seca y componentes del rendimiento del grano en maíz; Del Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japón; vol. 57, Julio 1972; C.P. 1981
- Barbosa, V. R. 1993. Uso y manejo de los fertilizantes foliares. T.L. UAAAN. México.
- Bartolini, C. 1989. La fertilidad de los suelos. Agrícolas Mundi-prensa. Madrid
- Bowen, J.E y Kratky, B.A 1990. Pérdidas de nitrógeno de los fertilizantes. Agricultura de las Américas. Sélter Int'l Publishing Corp., Great Neck, N.Y., E.U.A. Año 39, No. 5. P. 17-22.
- Camacho, I.F.A.2001. Efecto de ácidos fúlvicos en la calidad fisiológica y el crecimiento de algunas especies vegetales.Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Espinosa, J. 1995. Fertilización Balanceada de Cultivos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Shyres 2260. Quito, Ecuador. P 26.
- Frey, N. M. 1982. Dry Matter Accumulation in Kernels of Maize. Crop Cci. Vol. 21:118-22.
- Fitzpatrick, E.A. (1984). "Suelos, su permanencia, Clasificación y distribución. Primera Edición en español. Cía. Editorial Continental, S.A de C.V. México.
- García, F. A. (1980)."Fertilización Agrícola". Segunda edición. Editorial AEDOS. México, D.F.

- Hunt, R. 1999. Basic growth analysis. Ed. Academic Division of Unwin Hyman Ltd. London.112p.
- Jugenheimer, W. R. 1981. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Editorial Limusa. Primera Edición. México. P. 285
- Mascareño, C.F. (1987). Problemas nutricionales, en tomate en el Valle de Culiacán. INIFAP, Campo Experimental, Valle de Culiacan.
- Mills A., H and Benton J. Jr. 1996. Plant Analysis Handbook II. MicroMacro Publishing, Inc. Georgia, USA.
- López B. L.1990. Cultivos Herbáceos, Cereales. Vol. 1. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao, España. p. 308, 340, 369-371.
- López, H.R. 1990. Estudio del comportamiento de tres híbridos de maíz (Zea mays L.) a la aplicación de Magnesio en suelos calcáreos. T.L. UAAAN. México.*
- Llanos, C. M. 1984. El Maíz su Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Mayaki, W. C. I. D. Teare and L. R. Stone. 1976. Top and root growth of irrigated soybeans. Crop Science. Vol. 16 (1). P. 92-94.
- Palomares, R.1990.Revista frutos. N.1 2 CN. P.N. México
- Ortiz, B. V. y Ortiz S. 1990. Edafología. 7ª Ed. UACH. México
- Robles S. R. 1990.Produccion de Granos Y Forrajes. Ed. Limusa, S.A. de C.V.,5 Ed. México –España –Colombia. P.559p.
- Rodríguez, S.F. (1982). “Fertilizaciones, nutrición vegetal”. Primera Edición. AGT Editor, S.A. México, D.F.

Rojas, D.L. y Briones (1982). "sistemas de riego". División de Ingeniería. Depto. Riego y Drenaje. Impreso en talleres de la UAAAN. Saltillo.

Venegas V. C. 1998. Fertilizantes Solubles para Ferti-irrigación: Tipos Fuentes, Características. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Ferti-irrigación, Guanajuato, México .P. 165-174.