

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

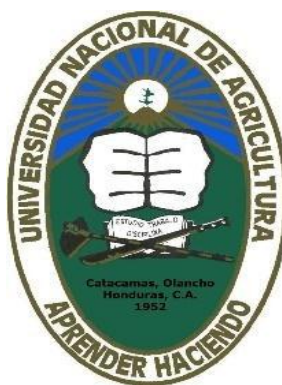
**EVALUACIÓN DE FUENTES DE NITRÓGENO Y SU EFECTO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays*).**

POR:

BESSY MARGARITA FERRUFINO ZUNIGA

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE 2011

**EVALUACIÓN DE FUENTES DE NITRÓGENO Y SU EFECTO EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays*).**

POR:

BESSY MARGARITA FERRUFINO ZUNIGA

ESMELYM OBED PADILLA, M Sc.

Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE 2011

DEDICATORIA

A **Dios**, por regalarme la vida y acompañarme en cada una de las situaciones que surgen en el transcurso de la misma, brindándome sabiduría y fortaleza para poderlas afrontar de la mejor manera.

A mi madre **Bessy Zuniga**, por ser lo más valioso que Dios me ha regalado, y por brindarme su amor y apoyo incondicional.

A mi hermano(as): **Carlos Hernández, Leysi Hernández, y Wendy López**, por ser parte de mi vida.

A mis abuelos **Lucia Urbina y Ramiro Zuniga**, por la formación espiritual y moral que me han dado, brindándome sus sabios consejos.

A mi padre **Vidal Hernández**, porque a pesar de las circunstancias siempre estuvo dispuesto a brindarme su apoyo.

A mis tíos (as), en especial a **Nelson Urbina**, por su ayuda y motivación brindándome consejos que de una u otra forma ayudaron mucho en mi formación profesional, así también a mis primos (as) y demás familiares.

A mi alma mater **Universidad Nacional de Agricultura**, donde he crecido personal y profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A ti Dios, te agradezco en primer lugar por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad.

A mi madre, por toda una vida de preocupación y sacrificio brindándome confianza y seguridad.

A todos mis familiares y amigos, que de una u otra forma me apoyaron.

A mis asesores; M Sc Esmelyn Padilla, Ph. D. Elio Duron, M Sc Emilio fuentes, por la dirección y supervisión de este trabajo. Gracias por su dedicación, profesionalidad, paciencia y disponibilidad.

A Victor Alejandro Godoy, por estar conmigo siempre apoyándome en cualquier circunstancia.

Al personal docente, por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional. Así mismo **al personal que labora en la sección de cultivos industriales**, por ofrecerme su apoyo y ayuda cuando más lo necesite durante la ejecución del proyecto.

A Disagro FENORSA (Fertilizantes del Norte), por su confianza y apoyo en la realización de mi trabajo de investigación.

A la clase Armagedón, por los momentos inolvidables que vivimos juntos.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.	2
2.2. Específicos.	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Fertilización nitrogenada en maíz.	3
3.2. Importancia del nitrógeno (N) en la nutrición del maíz.	3
3.3. Requerimiento de Nitrógeno (N) por el maíz.	4
3.4. Principales pérdidas de nitrógeno (N).	5
3.4.1. Lixiviación del nitrato	5
3.4.2. Desnitrificación	5
3.4.3. Volatilización del amonio	5
3.5. Manejo de la fertilización nitrogenada	6
3.6. Demanda de nitrógeno (N) según etapa de crecimiento.	6
3.7. Diferentes momentos de fertilización con nitrógeno (N) en maíz.	7
3.7.1. Pre siembra.	7

3.7.2. Siembra.....	7
3.7.3. Entre 2 y 8 hojas (V-2 y V-8).....	7
3.7.4. Fraccionada.	7
3.8. Fertilizantes Nitrogenados	8
3.8. 1. Urea	8
3.8. 2. Nitroxtend.....	8
3.8. 3. Nitrato de amonio.....	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1. Ubicación del ensayo.	10
4.2. Materiales y equipo.....	10
4.3. Métodos	10
4.3.1. Diseño experimental y tratamientos	11
4.4. Manejo del experimento	12
4.4. 1. Preparación del terreno.....	12
4.4. 2. Siembra.....	12
4.4. 3. Fertilización y Tratamientos.....	12
4.4.4. Control de malezas.	13
4.5. Variables evaluadas.	14
4.5.1. Altura de planta.....	14
4.5.2. Altura de mazorca.	14
4.5.3. Días a floración masculina.	14
4.5.4. Días a floración femenina.	14
4.5.5. Número de plantas cosechadas.....	15
4.5.6. Numero de mazorcas totales.	15
4.5.7. Numero de mazorcas por planta.....	15
4.5.8. Porcentaje Mazorcas podridas.....	15
4.5.9. Longitud de la mazorca.	15
4.5.10. Diámetro de mazorca.	15
4.5.11. Hileras por mazorca.	16
4.5.12. Numero de granos por hilera.....	16

4.5.13. Peso de 100 granos.....	16
4.5.14. Rendimientos del maíz.....	16
4.6. Análisis estadístico	17
4.7. Análisis económico.....	17
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
5.1. Longitud de mazorca (cm.).....	20
5.2. Diámetro de mazorca (cm.).....	21
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	27
VIII. BIBLIOGRAFIA	28
IX. ANEXOS	30

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1.	Descripción de los tratamientos evaluados.....	13
2.	Resultados promedios para las variables días a floración masculina y f emenina, altura de planta (m) y altura de mazorca (m) según las fuentes de N evaluadas.	18
3.	Resultados promedios para las variables mazorcas totales, mazorcas por planta, mazorcas podridas, longitud de mazorca y diámetro de mazorca, según fuentes de N evaluadas.....	20
4.	Resultados promedios para las variables hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento (Kg ha^{-1}), según fuentes de nitrógeno evaluadas.	23
5.	Análisis económico relación beneficio costo parcial por cada tratamiento.....	24

INDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
1.	Promedios de altura de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas	19
2.	Promedios de longitud de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas.....	21
3.	Promedios de diámetro de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas....	22
4.	Análisis económico relación beneficio costo parcial por cada tratamiento.....	25

INDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
1.	Análisis de varianza para la variable Altura de Planta.	30
2.	Análisis de varianza para la variable altura de mazorca.....	31
3.	Análisis de varianza para la variable días a floración masculina	31
4.	Análisis de varianza para la variable días a floración femenina.....	31
5.	Análisis de varianza para la variable mazorcas totales.....	32
6.	Análisis de varianza para la variable mazorcas por planta.....	32
7.	Análisis de varianza para la variable mazorcas podridas	32
8.	Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca	32
9.	Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca.....	33
10.	Análisis de varianza para la variable hileras por mazorca.....	33
11.	Análisis de varianza para la variable granos por hilera	33
12.	Análisis de varianza para la variable peso de cien granos.....	33
13.	Análisis de varianza para la variable rendimiento Kg. Ha ⁻¹	34
14.	Esquema espacial del diseño BCA	35
15.	Tratamientos evaluados.	36

Ferrufino Zuniga, B. 2011. Evaluación de fuentes de nitrógeno y su efecto en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz (*zea mays*). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. 38 p

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fuentes de N de liberación lenta y liberación controlada en el cultivo maíz (*Zea mays*). Se implementó un ensayo en la ciudad de Catacamas Olancho, entre los meses de junio a octubre del 2011 coincidiendo con la época lluviosa de la zona. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones (24 unidades experimentales). Las unidades experimentales estaban formadas de cuatro surcos de cinco metros de longitud cada uno, distanciados a 0.80 m. y 0.20 m entre plantas. El área de cada tratamiento comprendió de 16 m². El área total del experimento fue de 441.6 m². Con una densidad de 62,500 plantas por ha⁻¹. Los tratamientos evaluados fueron 0 Kg de N ha⁻¹, Urea distribuida en 3 aplicaciones (46% N), nitroxtend (40% N), Urea (46%N), Nitrato de amonio (34.4%N) y Urea+Agrotain (46%N). Las variables evaluadas fueron días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, número de mazorcas totales, porcentaje de mazorcas podridas, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento de maíz. El nitrato de amonio y el nitroxtend reportan la mayor longitud de mazorca (17.85 y 17.55 cm). El mayor diámetro de mazorca (5.62 cm y 5.70 cm) respectivamente. La urea fraccionada en 3 aplicaciones, obtuvo el mayor rendimiento 7026.64 Kg.ha⁻¹ y el menor rendimiento lo reportó el tratamiento sin N (testigo) 5249.58 Kg.ha⁻¹ aunque estadísticamente fueron similares. Según análisis económico el nitroxtend resultó ser la fuente de N más rentable mostrando una relación beneficio costo de 8.29, ésta es la cantidad en lempiras que se obtiene por cada lempira invertido. Para todas las variables la falta de N fue el factor que provocó que todos los promedios fueran menores.

Palabras claves: nitrógeno, maíz, nitroxtend, nitrato de amonio, urea, Agrotain.

I. INTRODUCCION

En América Latina se cultivan anualmente millones de hectáreas de maíz, pero solamente Brasil y Argentina producen suficiente grano para exportarlo de manera constante. En los países ubicados en zonas tropicales de América el grano se emplea para consumo de la población y para suministrar insumos a sectores avícolas, ganaderos y agroindustriales (Espinosa y García 2008).

Wagner (2003) manifiesta que en Honduras el maíz ocupa el mayor volumen en relación a los granos básicos. Sin embargo, en el país la producción tiene una estacionalidad muy marcada. El 79.7% de la superficie total sembrada corresponde al ciclo de primera y genera el 82.6% de la producción total obtenida. Asimismo el 20.3% corresponde al ciclo de postrera y genera un 17.4% de la producción total obtenida (citado por Meras, JL 2010).

Sin embargo, para Espinosa y García (2008) el cultivo de maíz ha tenido problemas de productividad que se atribuyen a la pérdida de fertilidad del suelo, al uso de variedades de baja producción o al mal uso de los nuevos híbridos de gran potencial de rendimiento, sin embargo se ha demostrado con investigación en varios sitios de América tropical que los rendimientos se pueden incrementar apreciablemente con el uso de adecuada tecnología en el manejo general del cultivo, particularmente con el manejo de la nutrición.

Tomando en cuenta lo anterior, la nutrición de la planta y la fertilidad del suelo protagonizan un papel importante dentro del ciclo de producción, por lo que éste es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento y productividad del cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1. General.

- ✓ Evaluar el efecto de diferentes fuentes de N sobre los componentes agronómicos y rendimiento en el cultivo de maíz.

2.2. Específicos.

- ✓ Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca) según la fuente de N aplicada.
- ✓ Determinar el efecto de las fuentes de N sobre el rendimiento del cultivo de maíz y sus componentes (número de mazorcas totales, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, mazorcas podridas, peso de 100 granos y rendimiento).
- ✓ Encontrar la(s) fuente(s) de N con la mayor rentabilidad para el cultivo de maíz en las condiciones evaluadas.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Fertilización nitrogenada en maíz.

A lo largo de los años, los fertilizantes nitrogenados se han convertido en un insumo fundamental en la producción de maíz, debido a que el laboreo de los suelos, sumado a la disminución de la frecuencia de la rotación entre cultivos de grano ha ido reduciendo su contenido de materia orgánica (MO), llegando en muchos casos a valores que alcanzan el 50% de la disponibilidad original. Entre otras consecuencias, esta reducción trae aparejada una disminución de la fertilidad potencial de aquellos nutrientes cuyo reservorio principal es la MO del suelo, como es el caso del nitrógeno (Rillo y Richmond sf.).

La aplicación de fertilizantes nitrogenados tiene el propósito de complementar el nitrógeno edáfico para satisfacer la demanda del cultivo; sin embargo el uso inapropiado de estos insumos aumenta la cantidad de nitrato residual en el suelo y el riesgo de su posterior lixiviación, independientemente si se trata de fertilizantes sintéticos u orgánicos (Arévalo, G *et al* sf).

3.2. Importancia del nitrógeno (N) en la nutrición del maíz.

El nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante para la producción vegetal debido a las cantidades requeridas por los cultivos y a la frecuencia con que se observan deficiencias en suelos agrícolas. Por lo tanto, la agricultura de altos rendimientos depende del uso de fertilizantes nitrogenados (García y Daverede sf.).

Se considera el N como un importante elemento constituyente de la clorofila, el protoplasma, la proteína y los ácidos nucleicos. Aumenta el crecimiento y desarrollo de todos los tejidos vivos, así como el contenido proteico de los cereales. Su deficiencia provoca crecimiento atrofiado, aparición de un color entre verde claro y amarillo pálido en las hojas más viejas, comenzando por las puntas. A esto sigue la muerte o caída de las hojas más viejas. En las deficiencias agudas, la floración se reduce gradualmente (FAO 1986).

3.3. Requerimiento de Nitrógeno (N) por el maíz.

Sosa, H (1992) expresa que la planta de maíz consume más N que ningún otro elemento nutritivo proveniente del suelo. En el aire por encima de cada hectárea existen unas treinta toneladas de N, pero el maíz no puede asimilarlo.

Según Gordon, R y Gonzales, A (1994) los mayores requerimientos de N se presentan desde las dos semanas antes de la aparición de la espiga, hasta tres semanas después de la aparición de la misma. Durante este periodo la planta absorbe la mitad del N que necesita durante toda su vida (Citado por Cuadra, W y Raudez, M 2001).

Duggan expresa que el cultivo de maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de N por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200-250 Kg, esta cantidad sería la demanda de N para este nivel de rendimiento. La oferta del lote (N en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. Esta aproximación es lo que se conoce como criterio o modelo de balance.

3.4. Principales pérdidas de nitrógeno (N).

El nitrógeno (N) se pierde hacia el medio ambiente en forma de nitrato en las aguas de avenamiento y de escorrentía superficial y hacia la atmosfera como N y óxidos nitrogenados después de la desnitrificación del nitrato y como amónico volatilizado (FAO, 1986).

3.4.1. Lixiviación del nitrato

Según Addiscott (1990) la lixiviación del nitrato (NO_3^-) consiste en el movimiento de este anión por el agua gravitacional a través del perfil del suelo. Por lo tanto, es un proceso físico irreversible que implica la pérdida de N del sistema de producción sin posibilidad de que retorne a la zona de exploración de las raíces. (Citado por Arévalo, G *et al*).

3.4.2. Desnitrificación

Foth, H (1992) dice que la desnitrificación consiste en la reducción del nitrato a N gaseoso y su escape del suelo, esto ocurre en condiciones anaeróbicas en suelos saturados de agua y puede ocurrir también en el interior de agregados de suelos húmedos considerados como bien drenados, efectuada por organismos anaeróbicos que utilizan N en vez de oxígeno en la respiración. (Citado por Cuadra, W y Raudez, M, 2001).

3.4.3. Volatilización del amonio

Es la perdida de gas amoniaco desde el suelo. Bajo condiciones alcalinas los iones amonio son convertidos a moléculas de amoniaco en solución las cuales después pueden ser liberadas a la atmosfera del suelo (E, Zagal s.f.).

La pérdida de N por volatilización del gas amoníaco (NH_3) puede ser la principal causa de la baja eficiencia de algunos fertilizantes amoniacales en situaciones muy particulares como pueden ser

suelos calizos cuando son aplicados superficialmente y del amoníaco anhidro cuando se inyecta de manera defectuosa. Dichas pérdidas son el resultado de numerosos procesos químicos, físicos y biológicos en los que intervienen numerosos factores (Santiago *et al*).

3.5. Manejo de la fertilización nitrogenada

La fertilización nitrogenada es una práctica ampliamente adoptada por los productores en el cultivo de maíz. El paso decisivo en la planificación de la fertilización es, una vez identificada la deficiencia, la dosis de N a utilizar. El nivel de N a aplicar depende no solamente de la demanda del cultivo y la oferta del suelo, sino también la eficiencia con que se usan los fertilizantes. En este aspecto, la fuente de N elegida y la tecnología de aplicación de las mismas son dos factores de relevancia para el manejo más eficiente del N (Salvagiotti s.f.).

Los fertilizantes nitrogenados de uso común contienen relaciones variadas de nitrato y amonio, sin embargo las bacterias del suelo oxidan rápidamente el amonio a nitrato en suelos bien aireados y de buena temperatura que favorecen el crecimiento del maíz. Por esta razón, el nitrato es la forma del N absorbida predominante por las plantas de maíz, independiente de la fuente de N aplicada (Below, F s.f.)

3.6. Demanda de nitrógeno (N) según etapa de crecimiento.

Barraco *et al* (2009). Los requerimientos de N son crecientes desde su implantación, siendo máximos desde estadios de V6 (sexta hoja) hasta floración.

3.7. Diferentes momentos de fertilización con nitrógeno (N) en maíz.

3.7.1. Pre siembra.

Facilidad al momento de ejecutar la fertilización pero hay riesgo de lavado de nitratos debido a que no hay un desarrollo de las raíces y por ende no hay absorción de nutrientes.

3.7.2. Siembra.

Facilidad al momento de la aplicación de fertilizantes al suelo, el N queda disponible inmediatamente para el cultivo, los problemas en este momento de aplicación es lavado (lixiviación) de nitratos este lavado permanecerá hasta que la planta tenga desarrollado su sistema radicular, existe el riesgo de que haya una fototoxicidad si la semilla se aplica junto con el fertilizante.

3.7.3. Entre 2 y 8 hojas (V-2 y V-8)

Mayor eficiencia de utilización con fuentes de fertilizantes que no volatilizan, si no se incorpora al suelo, hay riesgo de pérdida de N por volatilización de amoníaco (fertilizantes con urea). Dependencia de las lluvias que a veces ocasiona retrasos o imposibilidad de aplicar.

3.7.4. Fraccionada.

Necesaria para aplicar dosis elevadas, distribuye y reduce el riesgo económico de la práctica. Como desventaja tenemos una mayor complejidad operativa y mayores costos de aplicación (Melgar, R y Duggan, M s.f.).

3.8. Fertilizantes Nitrogenados

3.8. 1. Urea

La urea con su formula química NH_2CONH_2 , tiene un peso molecular de 60.06 g/mol es de color blanco con una solubilidad de 110 g/100 ml de agua (15°C) y humedad crítica relativa (HCR) a 30°C: 70%. Es compatible con la mayoría de fertilizantes, excepto con nitrato de amonio, nitrato de calcio, nitrato de sodio y nitrato de magnesio

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizado mundialmente. Esto se debe, entre otros, a su accesibilidad económica, su elevada concentración de nitrógeno por unidad de producto (46% de N) y la alta solubilidad en la solución edáfica. Sin embargo, muchas veces se reduce la eficiencia de su utilización debido a la ocurrencia de pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco (NH_3) o por fototoxicidad provocada por el uso de dosis elevadas de este fertilizante junto con la semilla (Agritec, Disagro sf).

3.8. 2. Nitroxtend

Es urea impregnada con agrotain, éste es un inhibidor de ureasa cuyo ingrediente activo es N-(n-butil) tiofosfóricotriamida. La ureasa se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza, detectada en microorganismos, plantas y animales. Prácticamente todos los suelos tienen alguna presencia de ureasa.

La función de la enzima ureasa es facilitar la hidrólisis de los enlaces amídicos ($-\text{N}-\text{C}=\text{O}$) para descomponer estos compuestos en formas inorgánicas de carbono (C) y nitrógeno (N). Siendo este proceso parte del ciclo natural del carbono y del nitrógeno. Mediante la incorporación de sustancias inhibidoras temporarias de la ureasa, se reduce la velocidad con la que se genera la hidrólisis, y por lo tanto se minimiza la volatilización del NH_3 (Agritec, Disagro, sf).

3.8. 3. Nitrato de amonio

Fórmula química: NH_4NO_3 , tiene un peso molecular de 80.04 g/mol es de color blanco o blanco amarillento con una solubilidad de: 200 g/100 ml de agua (20°C) y humedad crítica relativa (HCR) a 30°C: 59% incompatible con urea. La humedad crítica relativa de la mezcla urea y nitrato de amonio es de 18%. Compatible con la mayoría del resto de fertilizantes.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ensayo.

Esta investigación se realizó en el lote Guanacaste III que pertenecen a la sección de Agronomía en el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura, en la ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, localizada a una altura de 350.4 msnm. Con una temperatura promedio de 26 °C, y una precipitación pluvial promedio de 1,311 mm.

4.2. Materiales y equipo.

Se utilizó maquinaria agrícola para la preparación del suelo, semilla de maíz híbrido P6043w color blanco, fertilizantes sintéticos como: Nitroxtend 46% N, Urea 46% N, Urea + Agrotain 46% N, Nitrato de amonio 34.4% N, KCl, magnesio y una fuente pura de fósforo, así como algunos productos químicos para el control de plagas, entre ellos herbicidas como Gesaprim, Prowl, y para el control de insectos Karate y Rienda. Para la aplicación de los productos químicos mencionados anteriormente utilizamos una bomba de mochila y para las respectivas mediciones un pie de rey, balanza y estadía.

4.3. Métodos

Para evaluar el efecto del aporte de N de diferentes fuentes nitrogenadas en el rendimiento del cultivo de maíz, se estableció un experimento con un diseño de bloques completos al

azar. Las fuentes utilizadas contienen diferentes concentraciones de N y la aplicación de algunos inhibidores de la ureasa, sin embargo, para todas las fuentes se aplicó 200 Kg Nha⁻¹ en forma homogénea.

4.3.1. Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental que se utilizó fue un diseño en bloques completos al azar. Se evaluaron 6 tratamientos con 4 repeticiones para un total de 24 parcelas o unidades experimentales. El área de cada parcela fue de 16 m² con una longitud de 5 m y un total de cuatro surcos de maíz distanciados a 0.80 m, de los cuales los dos surcos centrales constituyeron la parcela útil descartando las posturas de los extremos en cada uno de ellos. El área total del experimento fue de 441.6 m².

Modelo estadístico lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + \alpha_j + \varepsilon_{ijknl}$$

Dónde:

Y_{ijk} = es el efecto de los tratamientos evaluados

μ = es el verdadero efecto de la media

P_i = es el verdadero efecto de la i-ésima repetición

α_j = es el efecto verdadero de la j-ésima fuentes de N

ε_{ijknl} = efecto verdadero del error experimental

(Cochran y Cox, 1990; Steel y Torrie, 1988; Gomes y Gomes, 1984).

4.4. Manejo del experimento

4.4. 1. Preparación del terreno.

La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos de rastra para proporcionarle a la semilla condiciones favorables y que emergiera sin ningún problema, seguido del marcado y trazado del terreno de manera que quedaran bien definidas las unidades experimentales.

4.4. 2. Siembra.

Se realizó de forma manual, depositando 2 semillas por postura a una distancia de 0.20 m entre planta y 0.80 m entre surco, para una densidad final de 62,500 plantas ha⁻¹. Una vez que la semilla germinó y las nuevas plántulas emergieron se procedió a un raleo de plántulas más pequeñas y raquílicas dejando la planta más desarrollada por (8 a 10 días después de la siembra).

4.4. 3. Fertilización y tratamientos.

Al momento de la siembra se aplicaron 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. La fertilización nitrogenada se efectuó en el momento y de acuerdo a las dosis de los tratamientos realizando todas las aplicaciones por planta. Se utilizaron cuatro fuentes de N: Nitroxtend (46% N), Urea (46% N), Nitrato de amonio (34.4% N), Urea + Agrotain 46% N, se aplicaron 200 Kg. de N ha (Cuadro 1).

Cuadro1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Fuentes de N	Dosis fuente de N Kg ha ⁻¹	Dosis Fuentes de N g/planta	Momento de aplicación.	Gramos/planta según momento de aplicación		
				10 días	25 días	40 días
Nitroxtend (40% N)	500.00	8.00	V2	8	0	0
Urea (46%N)	434.78	6.96	V2	6.96	0	0
Nitrato de amonio (34.4%N)	581.40	9.30	V2	9.3	0	0
Urea + Agrotain (46% N)	434.78	6.96	V2	6.96	0	0
Urea en 3 aplicaciones (46% N)	434.78	6.96	V2-V6	2.32	2.32	2.32
Sin nitrógeno (testigo)	0.00	0.00		0	0	0

4.4.4. Control de malezas.

Se realizó utilizando productos químicos (herbicidas) como Atrazina (Gesaprim 2 Kg ha⁻¹), Pendimetalina (Prowl 2 Lts ha⁻¹) en conjunto con un control manual y mecánico en el que se utilizó machete y azadón.

4.4. 5. Manejo de plagas.

Las plagas como el gusano cogollero se controlaron con karate y rienda (0.3 Lts Mz⁻¹) y (0.5 Lts Mz⁻¹) respectivamente.

4.5. Variables evaluadas.

4.5.1 Altura de planta

Se tomaron 5 plantas al azar del área útil de cada unidad experimental y se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la espiga, con una estadia cuando las plantas estaban completamente desarrolladas. Con las lecturas obtenidas se calculó un promedio para saber la altura de las plantas en cada unidad experimental y tratamiento.

4.5.2 Altura de mazorca.

Se utilizaron las mismas plantas seleccionadas al azar para la variable altura de plantas y se midió la altura que hay desde la base del tallo hasta la inserción de la primera mazorca. Con las lecturas tomadas se obtuvo altura promedio de inserción de mazorca en cada unidad experimental y tratamiento.

4.5.3 Días a floración masculina.

Se contó el tiempo transcurrido desde el momento de la siembra hasta que el 50% de la población presento antesis (flor masculina derramando polen).

4.5.4 Días a floración femenina.

Se contó el tiempo transcurrido desde el día de la siembra hasta que el 50% de la población presento la flor femenina desarrollada (estigma visible).

4.5.5 Número de plantas cosechadas.

Se realizó al momento de la cosecha, se contaron las plantas finales del área útil de cada parcela.

4.5.6 Numero de mazorcas totales.

Se realizó un conteo de todas las mazorcas sin tuza, cosechadas del área útil de cada parcela, se incluyeron las mazorcas grandes, pequeñas, sanas y podridas.

4.5.7 Numero de mazorcas por planta.

Se calculó dividiendo el número de mazorcas totales de cada área útil por el número de plantas cosechadas.

4.5.8 Porcentaje mazorcas podridas.

Se realizó cuando las mazorcas de cada área útil de las parcelas estaban sin tuza y se contaron las que estaban podridas.

4.5.9 Longitud de la mazorca.

Se seleccionaron 5 mazorcas al azar del total cosechado del área útil de cada parcela y se midió la distancia (cm.) desde la base de inserción de la mazorca hasta el ápice de la misma.

4.5.10 Diámetro de mazorca.

Se tomaron 5 mazorcas al azar del total cosechadas del área útil de cada parcela y se procedió a medir el diámetro utilizando un pie de rey se expreso en cm.

4 5 11 Hileras por mazorca.

Después de cosechar se tomaron 5 mazorcas promedio de cada tratamiento y se contaron las hileras existentes y se obtuvo un dato promedio.

4.5.12 Número de granos por hilera.

Se contaron los granos por hilera de las mazorcas que se utilizaron para determinar el número de hileras por mazorca.

4.5.13 Peso de 100 granos.

Se seleccionaron 100 granos de las cinco mazorcas seleccionadas por cada tratamiento en el índice de desgrane, se pesó y se expreso en g.

4.5.14 Rendimientos del maíz.

Se pesó el maíz que no estaba dañado (podrido) producido de cada área útil para obtener el peso de campo que se utilizó en la fórmula para determinar rendimientos.

Para el cálculo del rendimiento en kg.ha^{-1} se utilizó la formula siguiente:

$$\text{Rendimiento (Kg. ha}^{-1}\text{)} = \text{ID} \left(\frac{\text{Peso total del grano bueno}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \right) \left(\frac{10000 \text{ m}^2}{\text{H.A}} \right) \left(\frac{100 \text{ -\% de H.G}}{100\text{ -\% de H.A}} \right)$$

Dónde: ID = índice de desgrane.

H.G = humedad del grano en campo.

H.A = humedad del grano de almacenaje. (13%)

ID = Peso del grano sin olote / peso del grano con olote

El contenido de humedad del grano se determinó utilizando un medidor de humedad.

4.6. Análisis estadístico

A los datos obtenidos de las variables evaluadas se les realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey a los que resultaron estadísticamente diferentes.

4.7. Análisis económico

Se realizó un análisis de relación beneficio costo por tratamiento considerando únicamente los costos que difieren entre los distintos tratamientos (Cuadro 5).

Relación Beneficio / costo = Ingreso / Costos por tratamiento

En el Cuadro 2 se presentan las medias obtenidas para las variables días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca, hallándose únicamente diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) para la variable altura de mazorca (Anexo 2).

Cuadro 2. Resultados promedios para las variables días a floración masculina y femenina, altura de planta (m) y altura de mazorca (m) según las fuentes de N evaluadas.

Fuentes de Nitrógeno	Días a Floración M.	Días a Floración F.	Altura de planta (M)	Altura de Mazorca (M)
Nitroxtend 40% N	53.25	54.25	2.54	1.06
Urea 46%N	54.00	55.00	2.54	0.98
Nitrato amonio 34.4%	54.00	55.00	2.58	1.06
Urea + Agrotain 46% N	54.00	55.00	2.49	1.00
Urea 3 aplicaciones	53.50	54.00	2.64	1.11
0 Kg N (Testigo)	54.00	55.75	2.58	1.11
Media General.	53.79	54.92	2.56	1.05
Repetición	**	**	**	**
Fuente de N	ns	ns	ns	*
C.V	2.63	2.73	7.59	12.95
R ²	0.78	0.79	0.55	0.87

** = Altamente significativo
ns= No significativo

*=Significativo
CV=Coeficiente de variación

Altura de mazorca.

Para la variable altura de mazorca se encontró que el no aplicar N (testigo) resulto en una mayor altura 1.11 m comportándose de forma similar a la aplicación fraccionada de N (urea 3 aplicaciones); el nitroxtend y el nitrato de amonio mostraron promedios de altura de mazorca de 1.06 m para ambos lo que indica que su comportamiento fue similar para esta variable; el tratamiento con urea (100%) reporto los valores más bajos 0.98 m.

Estos datos son diferentes a los encontrados por Castañeda (2009), que reporta promedios de 1.15 m sin aplicar N y 1.32 m aplicando nitrato de amonio. Posiblemente se debe a que el suelo posee cantidades suficientes de N que permitieron que el cultivo tuviera un buen crecimiento, por otra parte se pueden atribuir estos resultados a las características genotípicas del híbrido utilizado.

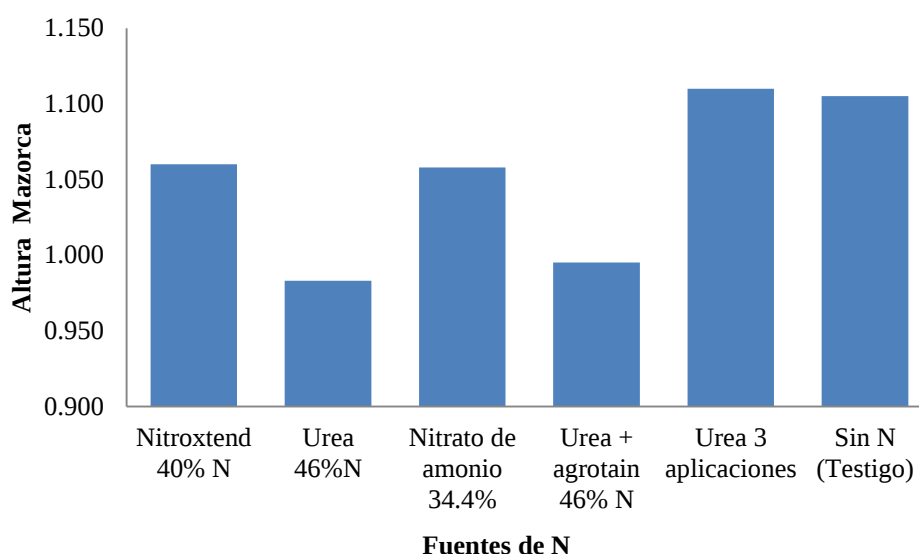


Figura 1. Promedios de altura de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas.

En el Cuadro 3 se muestran los valores promedios para las variables mazorcas totales, mazorcas por planta, mazorcas podridas, longitud de mazorca y diámetro de mazorca. Según el análisis de

varianza, se encontró diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para las variables longitud y diámetro de mazorca (Anexo 8 y 9).

Para las variables mazorcas totales, mazorcas por planta y mazorcas podridas no se encontró diferencia estadística ($P>0.05$) entre los tratamientos (Anexo 5,6 y 7).

Las medias generales fueron para mazorcas totales (33.92), mazorcas por planta (0.83), mazorcas podridas (1.79), longitud de mazorca (16.99 cm) y para diámetro de mazorca (5.56 cm).

Cuadro 3. Resultados promedios para las variables mazorcas totales, mazorcas por planta, mazorcas podridas, longitud de mazorca y diámetro de mazorca, según fuentes de N evaluadas.

Fuentes de Nitrógeno	Mazorcas Totales	Mazorcas por planta	Mazorcas podridas	Longitud de Mazorca (cm)	Diámetro de Mazorca (cm)
Nitroxtend 40% N	37.50	0.84	2.75	17.55	5.70
Urea 46%N	29.25	0.83	0.50	17.48	5.57
Nitrato amonio 34.4%	30.00	0.80	1.00	17.85	5.62
Urea + Agrotain 46% N	33.75	0.84	2.50	17.15	5.61
Urea 3 aplicaciones	37.25	0.83	0.75	16.06	5.54
0 Kg N (Testigo)	35.75	0.83	3.25	15.85	5.33
Media General.	33.92	0.83	1.79	16.99	5.56
Repetición	ns	ns	ns	ns	ns
Fuente de N	ns	ns	ns	**	**
C.V	22.23	7.02	128.52	6.35	2.77
R ²	0.49	0.12	0.36	0.66	0.67
** = Altamente significativo			*=Significativo		
ns= No significativo			CV=Coeficiente de variación		

5.1 Longitud de mazorca (cm.)

En la Figura 2 se muestran los promedios obtenidos para la variable longitud de mazorca (Anexo 8) que según los resultados de la prueba de medias de Tukey ($P<0.01$) se determinó que oscilan entre 15.85 y 17.85 cm. La mayor longitud la reportó el tratamiento nitrato de amonio 17.85 cm y el valor más bajo corresponde al tratamiento sin N 15.85 cm. Estos datos son superiores a los

encontrados por Cárdenas (2008) que reporta valores de 14.55 y 15.70 cm sin N y con nitrato de amonio respectivamente utilizando 200 Kg de N ha⁻¹.

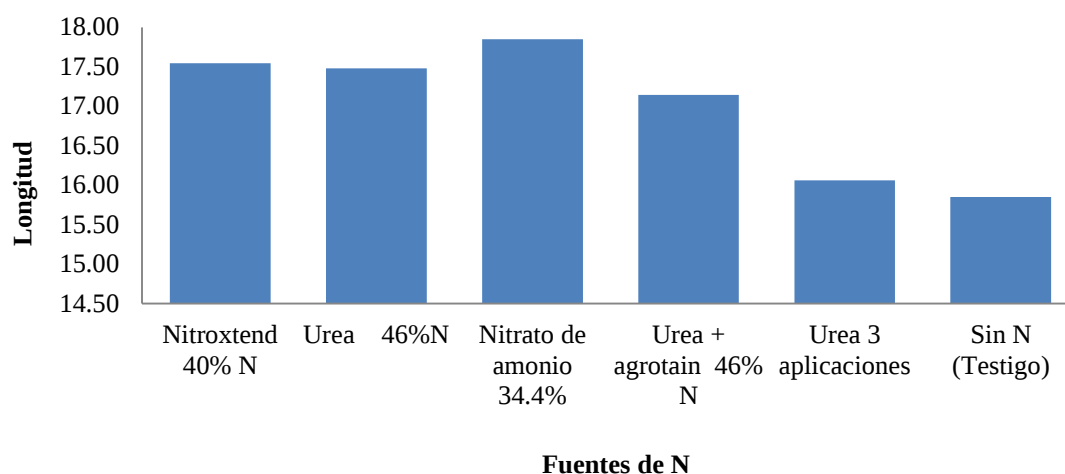


Figura 2. Promedios de longitud de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas.

5.2. Diámetro de mazorca (cm.)

En la Figura 3 se muestran los promedios obtenidos para la variable diámetro de mazorca (Anexo 9) que presentó el cultivo de maíz como respuesta a la aplicación de cada una de las fuentes de N. El análisis de varianza que se realizó a los datos obtenidos reportó una alta significancia ($P < 0.01$), siendo los tratamiento con Nitroxtend y nitrato de amonio los que presentan los mejores resultados con diámetros que oscilan entre 5.70 y 5.62 cm respectivamente y el valor más bajo lo reporta el no aplicar N al cultivo 5.33 cm.

Muñoz (2005) evaluando niveles de fertilización encontró diámetros menores que oscilan entre 4.55 cm y 4.90 cm para los niveles (0 y 170 Kg de N. ha⁻¹ respectivamente), por otra parte Cárdenas (2008) encontró diámetros de 4.52 cm sin N (testigo) y 4.78 cm aplicando nitrato de amonio.

Una implicancia importante del proceso de llenado de grano 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 N, el crecimiento del grano depende de una estricta estequiometria entre el carbono y el nitrógeno (Below, 1997)

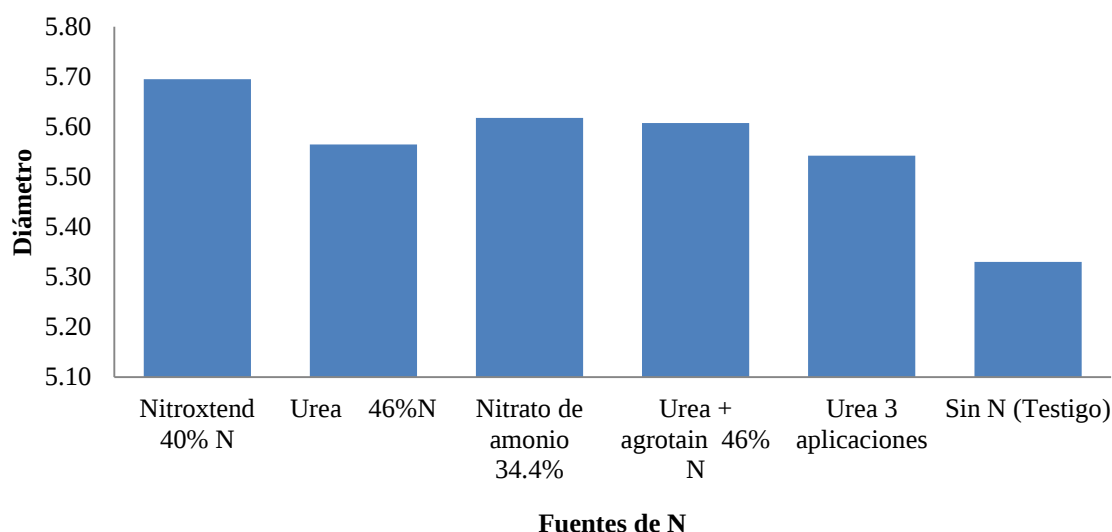


Figura 3. Promedios de diámetro de mazorca en cultivo de maíz según fuentes de N aplicadas.

En el Cuadro 4 se presentan los promedios para las variables hileras por mazorca, granos por hilera, peso de cien granos y rendimiento (Kg ha^{-1}). Como se puede apreciar ninguna de las variables presento diferencias estadísticas significativas, sin embargo para las variables hileras por mazorca y granos por hilera, los tratamientos nitroxtend y nitrato de amonio reflejan los mayores resultados con un promedio de 17.30 hileras por mazorca para los dos tratamientos que se comportaron de igual forma.

El no aplicar N reporto los resultados promedios más bajos 16.50. Estos datos son superiores a los encontrados por Padilla (2007) que reporta valores promedios de 15.12 hileras logradas con 200 Kg de N.ha^{-1} y a los datos obtenidos por Cárdenas (2008) que reporta valores de 14.6 como respuesta a la no aplicación de N (testigo) y 15.10 aplicando nitrato de amonio. Todo híbrido

normal posee como característica 16, 18, o 20 hileras potenciales (Aldrich y Leng, 1974), esto nos indica que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango.

Por otra parte se atribuye también la menor cantidad de granos por hilera a la no aplicación de N (testigo) reportando valores de 35.14 granos por hilera, mientras que el nitroxtend y el nitrato de amonio reportaron valores de 37.76 y 38.72 granos por hilera respectivamente. Se puede decir que el N tiene gran influencia en el número de granos e hileras por mazorca. Berger (s.f) explica que el N es esencial en todo el ciclo del cultivo. Una deficiencia de este nutriente resulta en mazorcas más pequeñas con menos número de hileras.

Cuadro 4. Resultados promedios para las variables hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento (Kg ha⁻¹), según fuentes de nitrógeno evaluadas.

Fuentes de Nitrógeno	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Peso de 100 granos	Rendimiento Kg ha⁻¹
Nitroxtend 40% N	17.30	37.76	34.80	6701.36
Urea 46%N	16.90	36.65	33.33	5579.20
Nitrato amonio 34.4%	17.30	38.72	34.08	5819.69
Urea + Agrotain 46% N	16.60	38.28	34.05	6121.92
Urea 3 aplicaciones	17.00	36.52	33.05	7026.64
0 Kg N (Testigo)	16.50	35.14	31.38	5249.58
Media General.	16.93	37.18	33.45	6083.07
Repetición	ns	ns	ns	ns
Fuente de N	ns	ns	ns	ns
C.V	4.60	7.09	6.19	28.43
R ²	0.26	0.48	0.55	0.47
** = Altamente significativo			*=Significativo	
ns= No significativo			CV=Coeficiente de variación	

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del análisis económico marginal, relación beneficio costo por tratamiento. La aplicación fraccionada de N (urea 3 aplicaciones) reporta la mayor relación beneficio costo 9.46, esto quiere decir que por cada lempira que se invierte se obtienen 9.46, sin embargo éste tratamiento a diferencia de los demás excepto el testigo, implica 3 aplicaciones en 3 diferentes etapas del cultivo de las cuales una se aplica a la siembra y las otras

aplicaciones se realizan a los 25 y a los 45 días que se traduce en un aumento de costos en la fertilización por la mano de obra que se necesita para su aplicación.

Sin embargo a pesar de que la aplicación fraccionada de N implica más costos, el rendimiento fue muy bueno es por ello que reportó la mejor relación 9.46. Por otro lado el tratamiento sin nitrógeno (testigo) muestra un beneficio total con un ingreso de 40,421.77 Lps. Si al ingreso total que nos genera el tratamiento con N fraccionada en 3 aplicaciones le restamos el costo del mismo este nos brida un ingreso de 48,388.17 Lps., que es mayor que el generado por el tratamiento 0 Kg N (testigo) 40,421.77, por lo tanto resulta más rentable utilizar nitroxten.

Cuadro 5. Análisis económico marginal relación beneficio costo parcial por cada tratamiento.

Tratamientos.	Costo por tratamiento		Beneficio total	Relación b/c
	Costo fuente de N/ha.	Costo de aplicación/ha.		
Nitroxten 40% N	6,222.47		51,600.47	8.29
Urea 46%N (100%)	5,269.82		42,959.84	8.15
Nitrato de amonio 34.4%N	5,505.23		44,811.61	8.14
Urea + Agrotain 46% N	9,563.05		47,138.78	4.93
Urea en 3 aplicaciones	5,269.82	447.14	54,105.13	9.46
Sin nitrógeno (testigo)	0.00		40,421.77	

En la Figura 4 se muestra la tendencia de la relación beneficio costo por tratamiento, se puede observar que el beneficio total es mayor para los tratamientos con urea fraccionada en 3 aplicaciones (9.46) y el nitroxten (8.29) y es menor para nitrato de amonio 34.4 % (8.14) . El costo por tratamiento resulto ser mayor el tratamiento Urea+Agrotain debido a que el precio del agrotain es bastante elevado.

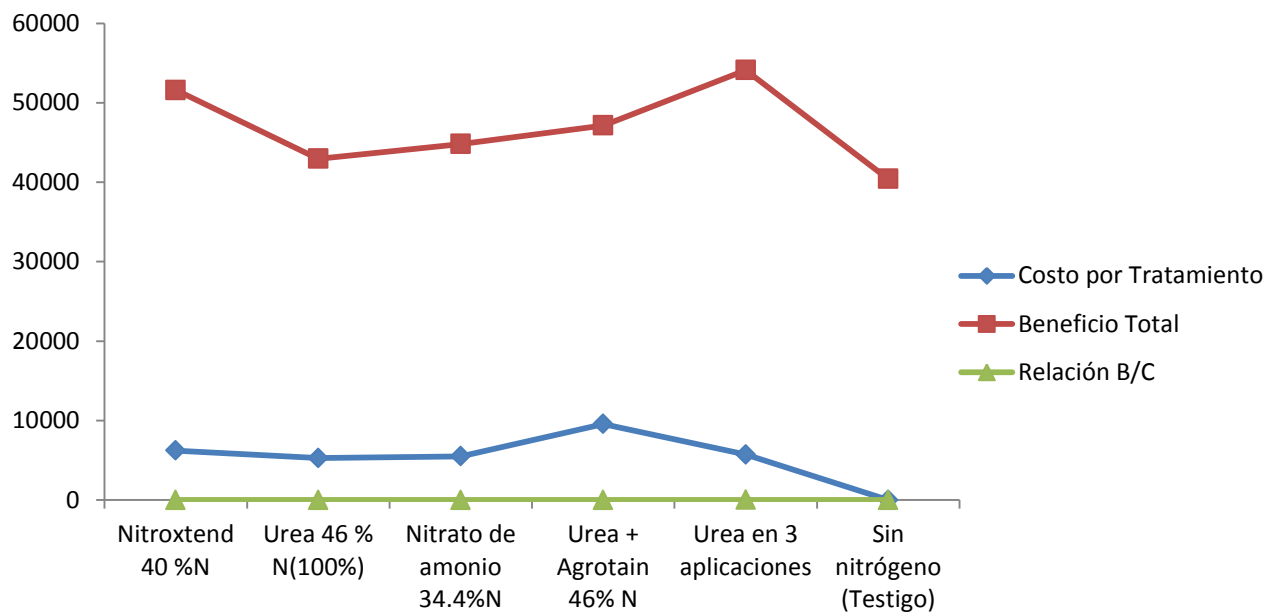


Figura 4. Análisis económico marginal relación beneficio costo parcial por cada fuente de N.

VI. CONCLUSIONES

Existió diferencia estadística significativa entre las fuentes de N solamente para las variables, altura de mazorca, longitud de mazorca y diámetro de mazorca por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

El nitrato de amonio y el nitroxtend reportan la mayor longitud de mazorca 17.85 y 17.55 cm respectivamente, por otro lado la menor longitud la presenta el tratamiento sin N (testigo) 15.85 cm. El mayor diámetro de mazorca fue reportado por el nitroxtend 5.70 cm y el nitrato de amonio 5.62 cm, el menor diámetro concierne al tratamiento sin N (testigo) 5.33 cm.

La aplicación fraccionada de N (urea 3 aplicaciones) obtuvo el mayor rendimiento 7,026.64 Kg ha⁻¹ y el menor rendimiento lo reportó el tratamiento sin N (testigo) 5,249.58 Kg ha⁻¹, aunque todas las fuentes resultaron estadísticamente similares.

Aplicación fraccionada de N (urea 3 aplicaciones) y nitroxtend, resultaron ser las fuentes de N más rentables con una relación beneficio costo de 9.46 y 8.29, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar como fuentes de N la aplicación fraccionada urea y el nitroxtend en la fertilización del maíz por ser las fuentes que presentaron la mejor rentabilidad.

Realizar ensayos con los productores en diferentes localidades.

Utilizar análisis de suelo y tejido ya que el resultado nos indica cuanta cantidad de nitrógeno nos aporta el suelo o si debemos aplicar que cantidad aplicar realmente y que pueda ser aprovechada por el cultivo de esta forma no sobrestimamos la cantidad y nos ahorramos costos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Arévalo, G; Hernández, T; Salcedo, E; Galvis, A. 2007. Aplicación de fertilizantes sintéticos o abonos verdes y su efecto sobre la cantidad de nitrato residual en el suelo. Chapingo. Serie de ciencias forestales y del ambiente, vol. 13, no 002, 85-90 p.

Barraco, M; Alvares, C; Scianca, C. (2009). Estrategias de fertilización de maíz (En línea). Consultado el 15 de mayo del 2011. Disponible en www.inta.gov.ar/.../09_Barraco_estrategias_de_fertilizacion.pdf

Below, FE. (SF). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. Disponibilidad del nitrógeno. Informaciones agronómicas no 54, 3 p.

Chevallier, S; Toribio, M. (2005). Volatilización del amoníaco. Investigación y desarrollo no 2. (En línea). Consultado el 10 de mayo 2011. Disponible en www.profertil.com/Documentacion/boletines/BT%202%20volatilizacion.pdf

Cuadra, WA; Raudez, MJ. (2001). Evaluación del efecto residual de cuatro tipos de rastrojos bajo tres niveles de nitrógeno aplicados al cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), 1998. Desnitrificación. Para optar al título de ingeniero agrónomo. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 11 p.

Espinosa, J; García, JP. (2008). Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. International Plan Nutrition Institute (IPNI). Informaciones agronómicas. 10 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1986. Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Interacción de los nutrientes y sus deficiencias Ed. Rev. Roma. 9 p.

García, F; Daverede, I. (SF). Diagnóstico para recomendación de fertilización nitrogenada en cultivos de interés agronómico (En línea). Consultado el 5 de abril del 2011. Disponible en [www.ipni.net/.../ Diagnóstico%20recomendación%20de%20fertilización%20nitroge](http://www.ipni.net/.../Diagnóstico%20recomendación%20de%20fertilización%20nitroge)

Hernández Cárdenas O. 2008. Aplicación de 6 fuentes de nitrógeno y su efecto en el comportamiento agronómico y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 50 p.

Rillo, SN; Richmond, PF. (SF). Evaluación de tres criterios de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz en siembra directa, en un suelo Hapludol (En línea). Consultado el 28 de abril del 2011. Disponible en <http://www.ipni.net/.../RilloCriterios%20Fertiliz%20N%20en%20maíz%20.pdf>

Salvagiotti, F. (SF). Cuantificación de las pérdidas de nitrógeno por volatilización y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (En línea). Consultado el 10 de mayo del 2011. Disponible en www.profertil.com/investigaciones/Cuantificacion_Perdidas_Nitrogeno.pdf

Zagal, E. (SF). El ciclo del nitrógeno en el suelo (En línea). Consultado el 15 de mayo. Disponible en www.ciencia-ahora.cl/Revista16/14ElCicloDelNitrogeno.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable Altura de Planta.

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	0.425	3	0.142	5.437	**
Tratamiento	0.053	5	0.011	0.407	ns
Error	0.391	15	0.026		
Total	0.869	23			

$$R^2=0.550$$

$$CV= 7.59$$

Anexo 2.Análisis de varianza para la variable altura de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	0.313	3	0.104	28.108	**
Tratamiento	0.057	5	0.011	3.088	*
Error	0.056	15	0.004		
Total	0.426	23			

$$R^2= 0.869$$

$$CV=12.95$$

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable días a floración masculina

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	33.792	3	11.264	16.967	**
Tratamiento	2.208	5	0.442	0.665	ns
Error	9.958	15	0.664		
Total	45.958	23			

$$R^2=0.783$$

$$CV= 2.63$$

Anexo 4.Análisis de varianza para la variable días a floración femenina

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	35.500	3	11.833	16.136	**
Tratamiento	5.333	5	1.067	1.455	ns
Error	11.000	15	0.733		
Total	51.833	23			

$$R^2=0.788$$

$$CV= 2.73$$

Anexo 5.Análisis de varianza para la variable mazorcas totales

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	376.500	3	125.500	2.795	ns
Tratamiento	257.833	5	51.567	1.148	ns
Error	673.500	15	44.900		
Total	1307.833	23			

$$R^2=0.485$$

$$CV= 22.23$$

Anexo 6.Análisis de varianza para la variable mazorcas por planta

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	0.004	3	0.001	0.318	ns
Tratamiento	0.005	5	0.001	0.213	ns
Error	0.068	15	0.005		
Total	0.077	23			

$$R^2=0.118$$

$$CV= 7.02$$

Anexo 7.Análisis de varianza para la variable mazorcas podridas

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	15.792	3	5.264	1.006	ns
Tratamiento	27.708	5	5.542	1.059	ns
Error	78.458	15	5.231		
Total	121.958	23			

$$R^2=0.357$$

$$CV=128.52$$

Anexo 8.Análisis de varianza para la variable longitud de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	3.754	3	1.251	2.06	ns
Tratamiento	13.905	5	2.781	4.578	**
Error	9.112	15	0.607		
Total	26.771	23			

$$R^2=0.660$$

$$CV=6.35$$

Anexo 9.Análisis de varianza para la variable diámetro de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	0.06	3	0.02	1.682	ns
Tratamiento	0.308	5	0.062	5.163	**
Error	0.179	15	0.012		
Total	0.547	23			

$$R^2=0.673$$

$$CV= 2.77$$

Anexo 10.Análisis de varianza para la variable hileras por mazorca

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	1.333	3	0.444	0.644	ns
Tratamiento	2.293	5	0.459	0.665	ns
Error	10.347	15	0.690		
Total	13.973	23			

$$R^2=0.260$$

$$CV=4.60$$

Anexo 11.Análisis de varianza para la variable granos por hilera

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	40.998	3	13.666	2.45	ns
Tratamiento	35.184	5	7.037	1.262	ns
Error	83.664	15	5.578		
Total	159.846	23			

$$R^2=0.477$$

$$CV= 7.09$$

Anexo 12.Análisis de varianza para la variable peso de cien granos

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	25.575	3	8.525	2.846	ns
Tratamiento	28.217	5	5.643	1.884	ns
Error	44.928	15	2.995		
Total	98.72	23			

$$R^2=0.545$$

$$CV=6.19$$

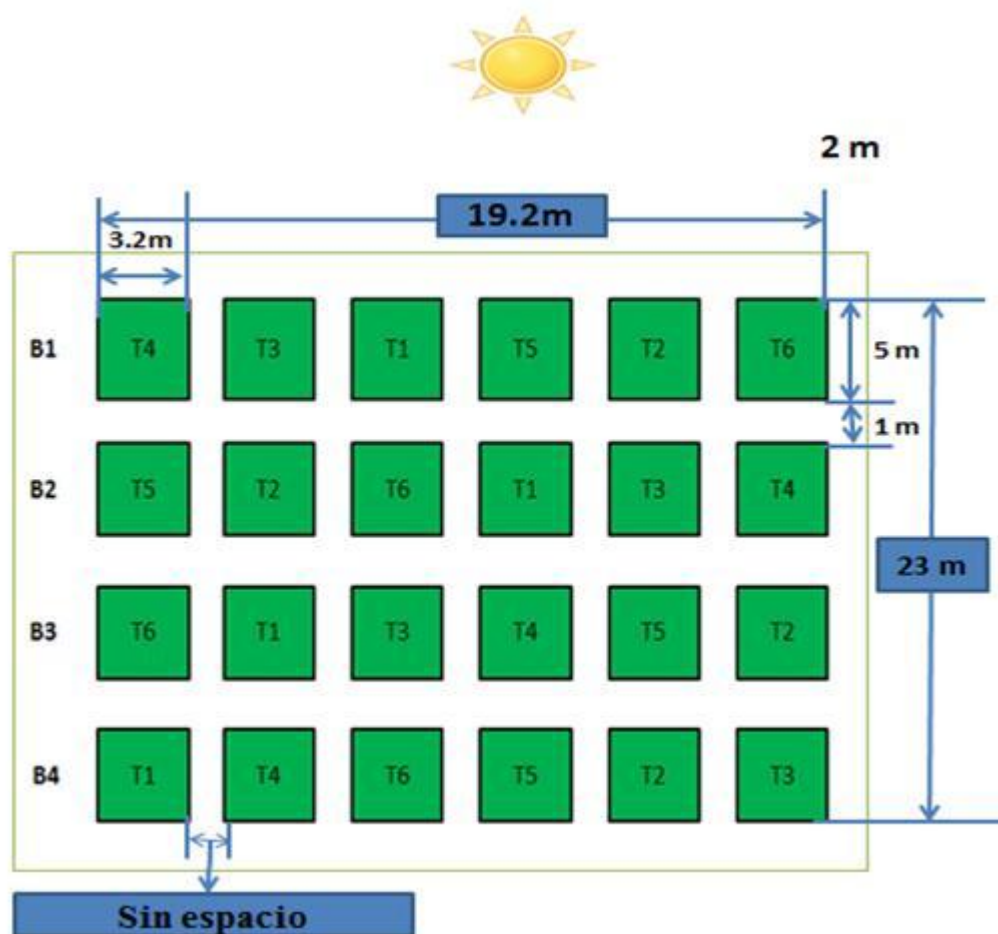
Anexo 13.Análisis de varianza para la variable rendimiento Kg. Ha⁻¹.

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
Repetición	22811007	3	7603668.9	3.100	ns
Tratamiento	9168259.8	5	1833652.0	0.748	ns
Error	36789464	15	2452631.0		
Total	68768731	23			

R²=0.465

CV= 28.43

Anexo 14. Esquema espacial del diseño BCA



Tratamiento	Descripción
T1	Nitroextend46% N
T2	Urea 46%N
T3	Nitrato de amonio 34.4%
T4	Urea + enzima 46% N
T5	Urea en 3 aplicaciones
T6	Sin nitrógeno

Anexo 15. Tratamientos evaluados.

