

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“MOMENTOS DE APLICACIÓN Y EFECTO DE DOS FUENTES
DE NITRÓGENO EN EL MAÍZ (*Zea mays* L.)”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

MANUEL BERNARDO CIRILO SOTELO

PROMOCIÓN 1973

“Heroico pueblo de Nicaragua”

TINGO MARÍA – PERÚ

2004

DEDICATORIA

A mis queridos padres: FULGENCIO CIRILO R. e IRENE SOTELO V. Con eterna gratitud por sus sacrificios incansables desplegados durante mi formación profesional.

A mis hermanos y a mi cuñada LIDUVINA VEGA, por su constante apoyo durante el logro de mi mayor anhelo: mi profesión.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma Mater.
- Al Ing° Agr° M.Sc. Oscar Loli Figueroa, asesor del presente trabajo de tesis, por su valiosa colaboración.
- A los alumnos del 5° año del Programa de Agronomía de la UNAS Romel Moreno Trejo y Néstor Flores Flores por el apoyo constante en el trabajo de campo.
- A mis amigos Roger Murrugarra, Fausto Silva e instituciones que colaboraron para la conclusión del presente trabajo experimental.

ÍNDICE

N°		Pag.
I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	10
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
	3.1 Ubicación e historia del campo experimental.....	14
	3.2 Características físico químicas del suelo	14
	3.3 Condiciones climatológicas	16
	3.4 Componentes en estudio	16
	3.5 Tratamientos en estudio	17
	3.6 Diseño experimental y esquema del análisis de variancia	18
	3.7 Características del campo experimental.....	19
	3.8 Observaciones registradas	20
	3.9 Características evaluadas	20
	3.10 Ejecución del experimento	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
	4.1 Rendimiento de grano de maíz	23
	4.2 Longitud de mazorca	29
	4.3 Altura de planta	34
	4.4 Diámetro del tallo	38
	4.5 Peso de 100 granos de maíz	39

V.	CONCLUSIONES.....	42
VI.	RECOMENDACIONES.....	43
VII.	RESUMEN.....	44
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	45
IX.	ANEXO	47

INDICE DE CUADROS

N°		Pag.
1.	Análisis físico-químicas del suelo experimental.....	15
2.	Datos meteorológicos observados durante los meses de duración del experimento.....	16
3.	Tratamientos en estudio.....	17
4.	Esquema del análisis de variancia	18
5.	Efecto de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en el rendimiento de grano de maíz	24
6.	Efecto de los fertilizantes nitrogenados en el rendimiento de grano del maíz.....	25
7.	Efecto de las épocas de aplicación de los fertilizantes en el rendimiento de grano del maíz	26
8.	Efecto de las épocas de aplicación de la urea en el rendimiento de grano del maíz	28
9.	Efecto de las épocas de aplicación del nitrato de amonio en el rendimiento de grano del maíz	29
10.	Efecto de los fertilizantes nitrogenados y su fraccionamiento en la longitud de mazorcas	30
11.	Efecto de los fertilizantes nitrogenados en la longitud de mazorca	31
12.	Efecto de las épocas de aplicación de los fertilizantes en la longitud de mazorca.	32

13.	Efecto de las épocas de aplicación de la urea en la longitud de mazorca	33
14.	Efecto de las épocas de aplicación del nitrato de amonio en la longitud de mazorca	34
15.	Efecto de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en la altura de planta del maíz	35
16.	Influencia de los fertilizantes nitrogenados y su fraccionamiento en el diámetro del tallo del maíz	36
17.	Influencia de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en el peso de 100 granos de maíz	37

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es considerado como uno de los cultivos más antiguos, desde que ya en tiempos pre-históricos se había difundido por centro y norte América. Actualmente es uno de los cultivos que ocupa mayor área de producción en nuestro país y en el mundo, ubicándose en tercer lugar después del trigo y el arroz, como consecuencia de su gran mercado y de su buena adaptabilidad a las diferentes condiciones de suelo y clima (7).

En el año de 1954, la FAO dio a conocer que existía una extensión de 86,9 millones de hectáreas y una producción de 137,3 millones de toneladas métricas de maíz, exceptuando a Rusia (5).

En el Perú se cultiva tanto bajo condiciones de Costa, Sierra y Selva, situación que hace que cada año y en forma diversificada se incrementen las áreas de producción dedicadas a este cultivo.

Si bien bajo condiciones de Costa y Sierra, las investigaciones y las prácticas culturales convenientes permiten la obtención de rendimientos altamente económicos, bajo condiciones de Selva aún constituye una gran incógnita debido a que las condiciones del medio son completamente diferentes lo que implica una baja rentabilidad aun cuando es un cultivo muy común en nuestra zona.

Entre los principales problemas observados en nuestras condiciones, se tiene la falta de infraestructura adecuada y de prácticas culturales convenientes dentro de las que se tiene la fertilización que se ve seriamente afectada por la

gran variabilidad de suelos, lo que aunado a una grane extensión territorial, permite que el agricultor practique una agricultura de tipo migratorio, lo que muchas veces conduce a obtener rendimientos de 2000 k.ha^{-1} los cuales disminuyen conforme pasan las campañas, hasta que el agricultor abandona la parcela y abre otra.

Considerando que el nitrógeno es uno de los elementos limitantes en el normal crecimiento y desarrollo de la planta, su alto costo, así como uno de los que tiene grandes problemas en cuanto a su disponibilidad en el suelo, se ha planteado el siguiente trabajo experimental el que trata de cubrir los siguientes objetivos:

1. Determinar la fuente de nitrógeno más adecuada para el maíz.
2. Evaluar el efecto de la aplicación sin fraccionar y fraccionado del nitrógeno en el crecimiento y desarrollo normal del maíz en función al momento de aplicación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO PARA MAÍZ

El maíz es una gramínea poco exigente en suelos, aunque da mejores rendimientos en suelos francos, profundos, ricos en humus, bien drenados y bien aireados y que cubran sus necesidades de humedad y de elementos nutritivos. Puede ser cultivado en suelos turbosos siempre que presente una reacción conveniente; la óptima reacción del suelo se encuentra entre pH 5.5 y 8.0, siendo esta gramínea muy sensible a la acidez, teniendo serios problemas con la presencia de aluminio. Solamente los suelos arcillosos pesados y aquellos fríos de zonas templadas y alto andinas pueden ser descartados para este cultivo, por la deficiente aireación y nula permeabilidad de los primeros y a su lento calentamiento en la primavera de los segundos, lo que no permitirá el normal desarrollo de la planta (6).

2.2 CLIMA

Debido a su diversidad, el maíz cuenta con una enorme capacidad de adaptación al medio; requiere además una precipitación pluvial de 200 mm durante los meses de verano: junio, julio y agosto (6).

2.3 NUTRICIÓN MINERAL DEL MAÍZ

Las necesidades nutricionales de cualquier planta son determinadas por la cantidad total de nutrientes que precisa extraer durante su desarrollo

fisiológico, lo que dependerá por lo tanto, del rendimiento obtenido y de la concentración de nutrientes en el grano y en el forraje (4).

La composición del grano fluctúa relativamente poco, lo que no sucede con la composición del forraje que es sumamente variable durante la vida de la planta. La producción total que representa el grano puede variar entre 30 a 60% y entre las causas de esta variabilidad, además de la influencia varietal se puede citar: el ciclo de vida del maíz, la fecha o momento de siembra y la densidad de la plantación (4).

Las extracciones de elementos nutritivos realizados por una cosecha de maíz de 25 qq.ha⁻¹ (1 qq = 50 k) fue de 77k N, 29 k P, 91 k y 24.7 k Ca.ha⁻¹. En base a esta extracción se llegó a la conclusión de que el maíz es una planta exigente en N y en K (6).

La respuesta del maíz al nitrógeno está íntimamente relacionada a la densidad de siembra. Con poblaciones menores de 40,000 plantas.ha⁻¹, la respuesta fue de 40 k N y a medida que la densidad se incrementaba a 60 000 plantas.ha⁻¹, la respuesta subía a 80 k N.ha⁻¹ en suelos de alta concentración de materia orgánica (14).

En un experimento realizado en el Fundo N° 2 de la UNAS en Aucayacu utilizándose niveles de 160-80-80 con dos fraccionamientos (a la siembra y a los 55 días, en que empezó la emergencia de las flores femeninas), en un suelo de pH 6.4, con 0.194 % N, 9.6 ppm P y 310 k K₂O/ha, se obtuvo un rendimiento de 5,502 k.ha⁻¹ de maíz Poy T66; el autor llegó a la conclusión de que el híbrido tuvo una buena respuesta al N (10).

El nitrógeno en la planta

La preferencia que tienen las plantas jóvenes de maíz es por las sales de amonio, mientras que las adultas prefieren el nitrato (6).

Aproximadamente la tercera parte del N soluble en el tallo de la planta de maíz se halla en forma de nitrato, desapareciendo progresivamente. El amonio soluble que existe en el tallo del maíz aumenta durante el período vegetativo, para disminuir paulatinamente durante la época de madurez. El hecho de que el N se presente en el tallo en forma amoniacal, no es precisamente el resultado de la asimilación directa de los iones de amonio del suelo; el N nítrico debe ser reducido en la planta para ser cedido a los ácidos orgánicos en forma de aminas originándose los aminoácidos que han de formar las albúminas (9).

El nitrato no se acumula en el grano sino en el tallo y en las hojas, y la presencia de carbohidratos, grasas y aceites no varían mucho con la fertilización por ser de tipo genético (13).

El nitrato en las partes vegetativas disminuye hasta cero a medida que la planta alcanza la madurez; la alta densidad de siembra permite la alta concentración de nitratos ya que el sombreado adicional provoca una disminución de la enzima reductasa que permite el paso de nitrato a nitrito y amonio (1).

El fósforo en la planta

El fósforo es importante en el desarrollo inicial de la planta para la formación de las raíces y la floración, debiendo estar presente en el suelo siempre que sea en cantidades suficientes antes de la siembra (8).

Las cantidades de P en exceso deprimen la absorción de Zn mientras que la alta concentración de nitrato disponible y la baja disponibilidad de potasio aumentan el ataque de *Helminthosporium* y el vuelco (1).

La absorción del P es más lenta que la del N y K y corre paralela a la acumulación de materia seca, disminuyendo su absorción cuando aparecen las flores femeninas (estilos) o en el período crítico. El P se encuentra repartido en forma uniforme en la planta lo que no sucede con el N y el K. Las hojas y el tallo alcanzan su máximo contenido cuando empiezan a formarse los granos, pues en este momento empieza la translocación de la materia seca a los granos en forma de carbohidratos (6).

El potasio en la planta

A partir de la floración, el paso de la materia seca es constante y luego esta misma sirve para la formación de los granos (4, 6).

La máxima absorción del potasio se produce tres semanas antes de la floración y la acumulación disminuye cuando se inicia la polinización y el potasio absorbido antes de la floración sirve para ayudar la traslocación de la materia seca a los granos en forma de carbohidratos (6).

La aplicación adecuada de potasio incrementa el número de líneas y el peso del grano (40); además incrementa la resistencia de la planta al ataque de plagas y enfermedades y al vuelco por rotura del tallo (1).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN E HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental se ejecutó en el Fundo "Los Canarios", ubicado en la localidad de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco, ubicado en la margen izquierda del río Huallaga a una altitud de 620 msnm, en un suelo de origen aluvial moderno (11).

El cultivo conducido en años anteriores al presente experimento fue maíz de 1975 a 1977 dejándose descansar el terreno hasta la instalación de este trabajo. Ello permitió el desarrollo de plantas semi arbustivas, arbustivas, y arbóreas como "cetico", "shimbillo", "cecropia" y "guaba" en mezcla con frutales tropicales.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO

Los análisis de suelo se realizaron en cada uno de los cuatro bloques en el laboratorio del C.I.A.G. de La Molina y los resultados se muestran en el Cuadro 1.

En general, los análisis nos muestran un suelo de textura media, de pH ligeramente alcalino justificado por la quema de la biomasa vegetal durante la preparación del terreno, con alto contenido de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible.

Cuadro 1. Análisis físico - químico del suelo experimental

Característica	Valor				Método utilizado
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	
Textura (%)					Hidrómetro
Arena	56.0	28.0	50.0	48.0	
Limo	28.0	20.0	16.0	20.0	
Arcilla	16.0	20.0	34.0	32.0	
Clase textural	Fr.Ar.Ao	Fr.Ar.Ao	Fr.Ar.Ao	Fr.Ar.Ao	Triángulo textural
Ph	7.3	7.3	7.4	7.5	Potenciómetro
C.E. (mmhos/cm)	0.9	0.8	0.8	2.5	Pasta de saturac.
Mat. Orgánica (%)	10.3	9.3	8.0	10.9	Walkley-Black
N total	0.47	0.47	0.39	0.47	Kjeldahl
P disponible (ppm P)	22	23	11	14	Olsen modificado
K disponible (ppm K)	208	195	182	247	H2SO4 6 N
CIC total	29.24	30.94	33.16	35.42	Suma de cationes
Ca cambiable	25.00	27.00	29.00	31.00	AcONH4 1N pH 7
Mg cambiable	3.50	3.30	3.50	3.50	AcONH4 1N pH 7
K cambiable	0.30	0.24	0.20	0.40	AcONH4 1N pH 7
Na cambiable	0.44	0.40	0.46	0.52	AcONH4 1N pH 7

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos del C.I.A.G. La Molina.

3.3 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Los datos meteorológicos registrados desde el inicio hasta el final del experimento fueron proporcionados por el Gabinete de Meteorología de la UNAS-Tingo María los cuales se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Datos meteorológicos observados durante los meses de duración del experimento

MES	Temperatura media (° C)	Horas de sol promedio	Precipitación pluvial (mm)
Junio	24.35	8.20	309.30
Julio	24.37	7.00	156.00
Agosto	25.03	8.60	111.00
Setiembre	24.43	7.50	232.80
Octubre	25.00	8.40	332.80

3.4 COMPONENTES EN ESTUDIO

Fuentes de nitrógeno

Urea (46 % N)

Nitrato de amonio (33.5 % N)

Épocas de aplicación

A la siembra

Al aporque

A la floración

3.5 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos en detalle se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos en estudio

Trat. N°	Fuentes de Nitrógeno	Epoocas de Aplicación		
		Siembra	Aporque	Floración
1	Urea	Todo	-----	-----
2	Urea	-----	Todo	-----
3	Urea	-----	-----	Todo
4	Urea	½	½	-----
5	Urea	½	-----	½
6	Urea	-----	½	½
7	Urea	⅓	⅓	⅓
8	Nitrato de Amonio	Todo	-----	-----
9	Nitrato de Amonio	-----	Todo	-----
10	Nitrato de Amonio	-----	-----	Todo
11	Nitrato de Amonio	½	½	-----
12	Nitrato de Amonio	½	-----	½
13	Nitrato de Amonio	-----	½	½
14	Nitrato de Amonio	⅓	⅓	⅓
15	Testigo	-----	-----	-----

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANCIA

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con 15 tratamientos y 4 repeticiones.

Análisis de variancia

CUADRO 4. Esquema del análisis de variancia

Fuente de variación	G.L
Bloque	3
Tratamientos	14
Error	42
Total	59

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la i-ésima aplicación de los fertilizantes nitrogenados en el j-ésimo bloque.

μ = Media general.

α_i = Efecto de la i-ésima aplicación de los fertilizantes nitrogenados.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

i = 1, 2, ..., 15 tratamientos

j = 1, 2, 3, 4 bloques

3.7 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Bloques

Número de bloques	4
Largo de bloque	92.00 m
Ancho de bloque	6.00 m
Ancho de calle entre bloques	2.00 m

Parcelas

Número de parcelas por bloque	15
Total de parcelas	60
Largo de parcela	6.00 m
Ancho de parcela	4.00 m

Detalle de parcelas

Número de surcos por parcela	4
Distancia entre surcos	1.00 m
Distancia entre golpes	0.60 m
Número de golpes por surco	10
Número de semillas por golpe	5
Número de surcos evaluados (parcela neta)	2

Áreas

Área total de bloque	552.00 m ²
----------------------	-----------------------

Área de parcela	24.00 m ²
Área neta de parcela	9.60 m ²
Área total del experimento	3,128 m ²

3.8 OBSERVACIONES A REGISTRAR

Diámetro del tallo

Altura de planta

Tamaño de mazorcas

Número de hileras por mazorca

Peso de 100 granos

Rendimiento total de grano de 14 % de humedad

3.9 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

Las mediciones se hicieron en 15 plantas de las parcelas netas.

Diámetro del tallo.- Se midió el tallo al nivel del tercio superior del primer entrenudo bajo la primera mazorca (10, 31).

Altura de planta.- Se efectuó cada 15 días: la primera el 15 de junio y la última el 30 de agosto.

Altura de inserción de la mazorca.- La medición fue hecha desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera mazorca principal (10)

Número de mazorcas y número de plantas cosechadas.- Se hizo con el fin de efectuar reajustes por fallas.

Rendimiento.- El rendimiento se evaluó en kg de maíz desgranado con 14 % de humedad; antes del desgrane se procedió a medir el tamaño de mazorcas y al conteo de hileras.

3.10 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Limpieza y demarcación del campo experimental.- Debido a que el campo estuvo empurrado por el tiempo transcurrido sin trabajar, se tuvo que efectuar el "rozo", "tumba", "shunteo" y quema del material vegetal. Las especies desarrolladas en la purma fueron: "cetico" (*Cecropia sp.*), "shimbillo" (*Inga sp.*), "cítricos" (*Citrus sp.*), "cacao" (*Theobroma cacao*), "café" (*Coffea sp.*), "papaya" (*Carica papaya*), "yuca" (*Manihot sp.*), "pico de loro" (*Heliconia sp.*), "pasto castilla" (*Panicum maximum*), "kudzú" (*Pueraria phaseoloides*) y "comelina" (*Conmelina sp.*). Luego del "rozo" y "tumba" de especies vegetales, se hizo el "picacheo" y "shunteo" colocando el material vegetal distribuido uniformemente en cada bloque. Posteriormente se procedió a la quema y limpieza del área experimental de los residuos que no llegaron a quemar. La demarcación se hizo de acuerdo al croquis del Anexo.

Muestreo de suelos.- Luego se procedió a la toma de muestras por cada bloque; fueron tomadas dos muestras por parcela y luego de unir las se homogenizaron y secaron a la sombra para enviarse aproximadamente 1 kilo al Laboratorio de Suelos del C.I.A.G. La Molina.

Siembra.- Fue utilizada semilla de maíz del híbrido Poey T 66, donada por la compañía Hortus S.A. del lote I.P.C.-79 producido en Mochumi (Lambayeque). Luego de su desinfección con Arasan se procedió a la siembra con "tacarpo", colocándose 5 semillas por golpe, dejándose luego del deshije 3 plantas por golpe.

Abonamiento.- Fue realizado según los tratamientos en estudio; los fertilizantes fueron aplicados en la parte lateral y en forma semi circular a un radio de 5 cm. del tallo.

Deshierbos.- Antes de la siembra se procedió a la aplicación de Gesaprín 80 P.M. (pre emergente, selectivo) a razón de 2 kg/ha (80 g/bomba de mochila de 15 litros). Luego se efectuaron deshierbos según la incidencia de malezas.

Aporque.- Se realizó a los 45 días después de la siembra.

Deshije.- Se realizó aproximadamente a los 25 días después de la siembra, dejándose 3 plantas mejor conformadas por golpe.

Control fitosanitario.- Se aplicó Dipterex 80 P.M. a razón de 1 kg.ha⁻¹ (40 g/bomba de mochila de 15 litros) al observarse un 10 % de incidencia de "cogollero" (*Spodoptera frugiperda*) y "gusano de tierra" (*Feltia sp.*)

Cosecha.- Se realizó cuando las plantas presentaron síntomas de sequedad o amarillamiento. Luego de la cosecha se procedió al secado y detección de la humedad y luego del desgrane a la determinación del peso de granos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la comparación de medias de tratamientos, se eligió la aplicación de la prueba de la D.L.S. (0.05), la que no es posible aplicar en el caso de grupos de tratamientos, por lo que en algunos casos se utilizarán índices como forma de comparación.

4.1 RENDIMIENTO DE GRANO

Los resultados del rendimiento de grano se presentan en los Cuadros 5 al 9, y los resultados de los análisis estadísticos en el Cuadro 24 del Anexo.

La alta significación estadística obtenida en el efecto de los tratamientos (Cuadro 24 del Anexo) y el Cuadro 5 muestran que el cultivo de maíz en general, respondió a la fertilización nitrogenada independientemente de la fuente y fraccionamiento del fertilizante, a pesar del contenido alto de materia orgánica y nitrógeno del suelo, efecto que se hace evidente comparando cualquier tratamiento con el Testigo, que ocupó el último lugar.

En líneas generales también se podría afirmar que el maíz respondió mejor a la aplicación de la Urea que al Nitrato de Amonio, ya que es con aquella fuente con la que se obtuvo mejores rendimientos; como se aprecia en el Cuadro 5 los tratamientos que ocuparon los primeros lugares fueron aquellos que llevaron Urea.

Cuadro 5. Efecto de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en el rendimiento de grano de maíz

Clave	Tratamiento		Epoca		Rendimiento (k/parc.neta)	Significación D.L.S. 0.05
	Fertilizante	Siembra	Aporque	Floración		
T6	CO(NH ₂) ₂	----	½	½	5,547	a
T2	CO(NH ₂) ₂	----	Todo	----	4,781	a b
T9	NH ₄ NO ₃	----	Todo	----	4,611	a b c
T3	CO(NH ₂) ₂	----	----	Todo	4,306	a b c
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	4,038	a b c
T1	CO(NH ₂) ₂	Todo	----	----	4,032	a b c
T11	NH ₄ NO ₃	½	½	----	4,008	b c
T10	NH ₄ NO ₃	----	----	Todo	3,998	b c
T8	NH ₄ NO ₃	Todo	----	----	4,222	b c
T5	CO(NH ₂) ₂	½	----	½	3,778	b c
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	3,871	b c
T13	NH ₄ NO ₃	----	½	½	3,793	b c
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½	----	3,743	b c d
T12	NH ₄ NO ₃	½	----	½	3,224	c d
T15	TESTIGO	----	----	----	1,902	d

D.L.S. (0.05) = 0.76

Efecto de los fertilizantes nitrogenados

Como se mencionó anteriormente debido a que no es posible la aplicación de la prueba de D.L.S. (0.05) para evaluar el efecto de las fuentes en forma independiente, pero que sin embargo, considerando que podrían ser resultados importantes del experimento, se confeccionó el Cuadro 6 donde se aprecia tal efecto independiente de la Urea y del Nitrato de Amonio, observándose una mayor eficiencia de la Urea en relación al Nitrato de Amonio, del orden de 23% en comparación con el Testigo. En el mismo cuadro también se aprecia que el uso de ambas fuentes, independientemente del momento de aplicación, produjo incrementos sustanciales del rendimiento de grano en relación al tratamiento Testigo, diferencias que tuvieron significación estadística ($P < 0.05$) y que fueron del orden de 205% para el Nitrato de Amonio y de 228% para la Urea, resultados que indican la alta probabilidad de respuesta del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada.

Cuadro 6. Efecto de los fertilizantes nitrogenados en el rendimiento de grano del maíz

FERTILIZANTE NITROGENADO	RENDIMIENTO (kg/parcela)	Indice (%)
Urea	4.336	228
Nitrato de amonio	3.920	205
Testigo	1.902	100

Efecto del fraccionamiento

Analizando los resultados por épocas de aplicación, se encontró que en términos generales, independientemente del tipo de fertilizante (Cuadro 7), el fraccionamiento de los fertilizantes no tuvo ninguna influencia en los rendimientos alcanzados por el maíz, resultados que se podrían atribuir a que el contenido de nutrientes del suelo donde se instaló el experimento, fue suficiente para satisfacer la demanda del cultivo por lo menos hasta los 45 días de la siembra en que se realizó el aporque.

Cuadro 7. Efecto de las épocas de aplicación de los fertilizantes en el rendimiento de grano del maíz

Épocas de Aplicación			Rendimiento	Índice
Siembra	Aporque	Floración	(kg/parcela)	(%)
-----	Todo	-----	4.696	246
-----	½	½	4.670	245
-----	-----	Todo	4.152	218
Todo	-----	-----	3.985	209
⅓	⅓	⅓	3.955	210
½	½	-----	3.876	203
½	-----	½	3.564	187
-----	-----	-----	1.902	100

Es probable asimismo, que la falta de humedad en el suelo en los primeros meses hayan contribuido a una falta de respuesta a la aplicación de los fertilizantes a la Siembra, sea en forma total o fraccionada (16).

Efecto del fraccionamiento de cada fuente nitrogenada

Analizado los resultados independientemente por fuentes nitrogenadas, cuando se aplicó Urea como fuente nitrogenada (Cuadro 8), los resultados mostraron que aplicando mitad al Aporque y mitad a la Floración, Todo al Aporque o Todo a la Floración, los rendimientos fueron superiores en promedio a los demás tratamientos; es decir, que las aplicaciones tempranas (a la Siembra) no resultaron eficientes, ya que los tratamientos en los cuales se hizo aplicaciones a la Siembra, sea total o fraccionadas, mostraron rendimientos inferiores, resultados que se atribuirían a que la planta habría utilizado hasta los primeros 45 días por lo menos, el nitrógeno y los otros macronutrientes contenidos en el suelo, pero los fertilizantes aplicados a la siembra no contribuyeron a un mayor rendimiento del maíz por la falta de humedad.

En este sentido, Jacobs y Uexkull (8) y Gamboa (4) indican que los fertilizantes nitrogenados solubles si se aplican a la siembra debe ser en forma ligera o no se debe aplicar. Por otra parte, la Urea necesitaría de mejores condiciones para su transformación a amonio y luego a nitrato, es decir, entrar al proceso de nitrificación. Como es sabido, fertilizantes como la urea deben sufrir en el suelo un proceso de hidrólisis en la que interviene la enzima ureasa para

transformar la forma amídica a la amoniacal y luego a nitrato previo paso por la forma de nitrito (16) proceso conocido como nitrificación.

Cuadro 8. Efecto de las épocas de aplicación de la urea en el rendimiento de grano del maíz

Épocas de Aplicación			Rendimiento	Índice
Siembra	Aporque	Floración	(kg/parcela)	(%)
-----	½	½	5.547	291
-----	Todo	-----	4.781	250
-----	-----	Todo	4.306	226
⅓	⅓	⅓	4.038	211
Todo	-----	-----	4.032	209
½	-----	½	3.903	204
½	½	-----	3.743	196
-----	-----	-----	1.902	100

En el Cuadro 9, se puede apreciar el efecto de las Épocas de Aplicación del fertilizante nitrogenado Nitrato de Amonio en el rendimiento del maíz. En este caso, parece ser indiferente la época de aplicación, resultado que podría atribuirse a la alta solubilidad y disponibilidad del anión nitrato en comparación con el radical amida de la Urea. Sin embargo, se sabe que es baja la toma de nitratos por las plantas jóvenes, siendo más asimilables por las adultas (8).

Cuadro 9. Efecto de las épocas de aplicación del nitrato de amonio en el rendimiento de grano del maíz

Épocas de Aplicación			Rendimiento (kg/parcela)	Índice (%)
Siembra	Aporque	Floración		
-----	Todo	-----	4.611	241
1/2	1/2	-----	4.008	210
-----	-----	Todo	3.998	209
Todo	-----	-----	3.937	206
1/3	1/3	1/3	3.871	203
-----	1/2	1/2	3.793	199
1/2	-----	1/2	3.224	169
-----	-----	-----	1.902	100

4.2 LONGITUD DE MAZORCAS

Los análisis estadísticos se muestran en el Cuadro 25 del Anexo e indican diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los resultados de la medición de la longitud de mazorca se presentan en el Cuadro 10 y similarmente al caso anterior, con la prueba de D.L.S. se encontró respuesta significativa ($p > 0.05$) del cultivo del maíz a la fertilización nitrogenada.

Cuadro 10. Efecto de los fertilizantes nitrogenados y su fraccionamiento en la longitud de mazorcas

Clave	Tratamiento		Epoca		Longitud (cm)	Significación D.L.S. 0.05
	Fertilizante		Siembra	Aporque		
T11	NH ₄ NO ₃		½	½	----	18.27 a
T6	CO(NH ₂) ₂		----	½	½	18.12 a
T4	CO(NH ₂) ₂		½	½	----	18.10 a
T13	NH ₄ NO ₃		----	½	½	17.75 a
T1	CO(NH ₂) ₂	Todo	----	----	----	17.65 a b
T12	NH ₄ NO ₃		½	----	½	17.45 a b
T9	NH ₄ NO ₃		----	Todo	----	17.45 a b
T7	CO(NH ₂) ₂		⅓	⅓	⅓	17.35 a b
T5	CO(NH ₂) ₂		½	----	½	17.20 a b
T2	CO(NH ₂) ₂		----	Todo	----	16.87 a b c
T10	NH ₄ NO ₃		----	----	Todo	16.80 a b c
T14	NH ₄ NO ₃		⅓	⅓	⅓	16.70 b c
T8	NH ₄ NO ₃	Todo	----	----	----	16.35 b c d
T3	CO(NH ₂) ₂		----	----	Todo	15.52 c d
T15	TESTIGO		----	----	----	13.95 d

D.L.S. (0.05) = 0-79

Efecto de los fertilizantes nitrogenados

Como se aprecia en el Cuadro 11, no hubo influencia del tipo de fertilizante nitrogenado sobre la longitud de mazorca, debido probablemente a que dentro de la planta, cualquiera que sea la forma de N que ingrese a ella, debe sufrir un proceso de reducción a aminas y amino ácidos (16). Sin embargo, se aprecia que cualquiera de las formas aplicadas influyó en un 25% adicional respecto al Testigo, evidenciando una vez más la respuesta de este cultivo a la fertilización.

Cuadro 11. Efecto de los fertilizantes nitrogenados en la longitud de mazorca

Fertilizante nitrogenado	Longitud de mazorca (cm)	Indice (%)
Urea	17.26	124
Nitrato de amonio	17.25	124
Testigo	13.95	100

Efecto del fraccionamiento

En el Cuadro 12 se presenta el efecto de las épocas de aplicación, observándose que en líneas generales, el fraccionamiento de los fertilizantes, cualquiera sea su forma química, influyeron en el tamaño de mazorca, aunque no se haya probado estadísticamente, pues resulta muy evidente que la aplicación fraccionada en dos partes, produjo mazorcas más grandes mientras que la aplicación tardía (a la floración) de ellos condujo a la formación de mazorcas

pequeñas, lo que se atribuiría a una deficiente formación y retranslocación de fotosintatos dentro de la planta. Por otra parte, este efecto no fue reflejado en un menor rendimiento de grano, pues este tratamiento ocupó los primeros lugares en tal característica evaluada.

Cuadro 12. Efecto de las épocas de aplicación de los fertilizantes en la longitud de mazorca

Épocas de Aplicación			Longitud (cm)	Índice (%)
Siembra	Aporque	Floración		
½	½	-----	18.19	130
-----	½	½	17.94	129
½	-----	½	17.33	124
-----	Todo	-----	17.16	123
⅓	⅓	⅓	17.03	122
Todo	-----	-----	17.00	122
-----	-----	Todo	16.16	116
-----	-----	-----	13.95	100

Efecto del fraccionamiento de cada fuente nitrogenada

Analizando los resultados por fertilizantes inorgánicos, en el Cuadro 13 se puede notar que similarmente a lo observado anteriormente, cuando se aplicó toda la Urea al Aporque y sobre todo a la Floración, los resultados fueron muy

inferiores en lo que respecta a longitud de mazorca en relación a los otros tratamientos, excepto el Testigo que resultó inferior a todos los tratamientos. Es decir, la aplicación tardía de la Urea (a la Floración), no incentivó la formación de materia seca lo que evidencia un efecto algo más retardado (16).

Cuadro 13. Efecto de las épocas de aplicación de la urea en la longitud de mazorca

Épocas de Aplicación			Longitud	Índice
Siembra	Aporque	Floración	(cm)	(%)
-----	½	½	18.12	130
½	½	-----	18.10	130
Todo	-----	-----	17.65	126
⅓	⅓	⅓	17.35	125
½	-----	½	17.20	123
-----	Todo	-----	16.87	121
-----	-----	Todo	15.52	116
-----	-----	-----	13.95	100

En el caso del Nitrato de Amonio (Cuadro 14) no se repitió lo que en la Urea debido probablemente a la mayor solubilidad del anión nitrato que estuvo más disponible para las plantas aun en la época de floración aunque resultó inferior a las aplicaciones al inicio del cultivo, mitad a la Siembra, mitad al Aporque.

Cuadro 14. Efecto de las épocas de aplicación del nitrato de amonio en la longitud de mazorca

Épocas de Aplicación			Longitud (cm)	Índice (%)
Siembra	Aporque	Floración		
½	½	-----	18.27	131
-----	½	½	17.75	127
½	-----	½	17.45	125
-----	Todo	-----	17.45	125
-----	-----	Todo	16.80	120
⅓	⅓	⅓	16.70	120
Todo	-----	-----	16.35	117
-----	-----	-----	13.95	100

4.3 ALTURA DE PLANTA

Los análisis estadísticos del Cuadro 26 del Anexo y los promedios de altura de planta del Cuadro 15 de los diferentes tratamientos, muestran el efecto de los fertilizantes y de las épocas de aplicación en el crecimiento del tallo en longitud. Se aprecia que en general, las aplicaciones tempranas y fraccionadas de los fertilizantes produjeron un mayor crecimiento de las plantas, mientras que aplicaciones tardías, luego del Aporque no influyeron en el tamaño de mazorca.

Cuadro 15. Efecto de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en la altura de planta del maíz

Clave	Tratamiento	Epoca			Longitud (m)	Significación (D.L.S. 0.05)
	Fertilizante	Siembra	Aporque	Floración		
T12	NH ₄ NO ₃	½	----	½	3.17	a
T5	CO(NH ₂) ₂	½	----	½	3.09	ab
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	3.04	bc
T2	CO(NH ₂) ₂	----	Todo	----	2.95	cd
T1	CO(NH ₂) ₂	Todo	----	----	2.91	de
T11	NH ₄ NO ₃	½	½	----	2.91	de
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½	----	2.90	def
T9	NH ₄ NO ₃	----	Todo	----	2.90	def
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	2.89	defg
T8	NH ₄ NO ₃	Todo	----	----	2.87	defg
T10	NH ₄ NO ₃	----	----	Todo	2.81	efg
T13	NH ₄ NO ₃	----	½	½	2.78	fg
T3	CO(NH ₂) ₂	----	----	Todo	2.77	g
T6	CO(NH ₂) ₂	----	½	½	2.77	g
T0	TESTIGO	----	----	----	2.46	h

D.L.S. (0.05) = 0.12

Efecto de los fertilizantes nitrogenados

El Cuadro 11 nos muestra en efecto de los fertilizantes nitrogenados en la altura de planta, observándose que la fertilización nitrogenada propició un mayor crecimiento de la planta, independientemente de la forma química, en relación al testigo. De este modo, la forma química de los fertilizantes no determinan el crecimiento en longitud de las plantas sino las cantidades aportadas de ellos. Las diferencias en altura de 18 y 19% observadas en el cuadro mencionado en relación al testigo, son atribuidas de este modo, a la respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada.

Cuadro 16. Efecto de los fertilizantes nitrogenados en la altura de planta

Fertilizante nitrogenado	Altura de planta (m)	Indice (%)
Urea	2.90	118
Nitrato de amonio	2.93	119
Testigo	2.46	100

Efecto del fraccionamiento

En cuanto a las épocas de aplicación, el fraccionamiento a la Siembra y Floración y a la Siembra, Aporque y Floración produjeron incrementos de más del 20% en la altura de planta en relación al testigo (Cuadro 12), mientras que las

aplicaciones tardías (Todo al Aporque y mitad al Aporque mitad a la Floración) sólo produjeron incrementos de 13%.

Cuadro 17. Efecto de las épocas de aplicación de los fertilizantes en la altura de planta

Épocas de Aplicación			Altura (m)	Índice (%)
Siembra	Aporque	Floración		
½	-----	½	3.13	127
⅓	⅓	⅓	2.97	121
-----	Todo	-----	2.93	119
½	½	-----	2.91	118
Todo	-----	-----	2.89	117
-----	½	½	2.78	113
-----	-----	Todo	2.79	113
-----	-----	-----	2.46	100

Efecto del fraccionamiento de cada fuente nitrogenada

Analizando los efectos de cada fertilizante en el Cuadro 18, se puede apreciar que en ambos fertilizantes se produjo casi la misma tendencia: las aplicaciones tardías produjeron menores incrementos (menores de 14%) en la altura de planta y en

ambos casos el fraccionamiento a la Siembra y a la Floración dieron mayores incrementos

Cuadro 18. Efecto de las épocas de aplicación del nitrato de amonio en la altura de planta

Épocas de Aplicación			Urea		Nitrato de Amonio	
			Longitud (cm)	Índice (%)	Longitud (cm)	Índice (%)
Siembra	Aporque	Floración				
½	-----	½	3.09	126	3.17	129
-----	Todo	-----	2.95	120	2.90	118
Todo	-----	-----	2.91	118	2.87	117
½	½	-----	2.90	118	2.91	118
⅓	⅓	⅓	2.89	117	3.04	124
-----	½	½	2.77	113	2.78	113
-----	-----	Todo	2.77	113	2.81	114
-----	-----	-----	2.46	100	2.46	100

4.4 DIÁMETRO DEL TALLO

Los análisis estadísticos indicaron alta significación para los tratamientos (Cuadro 27 del Anexo), mientras que en el Cuadro 16 se presenta los resultados numéricos del diámetro del tallo.

Analizando el Cuadro 16, se observa que según la prueba de la D.L.S., en general, la aplicación temprana de los fertilizantes, sea Urea o Nitrato de Amonio y principalmente en forma fraccionada, condujeron a un mayor grosor de tallo de las plantas de maíz. De igual forma, los resultados del mismo cuadro indican que aparentemente no existe una correlación positiva entre el vigor de la planta (diámetro) y el rendimiento, ya que se da el caso que el tratamiento Testigo (T0) y la Urea aplicada en forma fraccionada (50:50) (tratamientos T6 y T5) tuvieron los diámetros de tallo más bajos, pero sin embargo el tratamiento 6 produjo el más alto rendimiento de grano mientras que el tratamiento 5 superó estadísticamente al testigo en lo que concierne al rendimiento de grano. Ello estaría indicando la poca confiabilidad de utilizar esta característica para inferir un posible rendimiento de grano.

4.5 PESO DE 100 GRANOS

Los análisis estadísticos del Cuadro 27 del Anexo indicaron que no existió diferencias estadística entre tratamientos lo que indicaría que en el peso de 100 granos no hubo influencia de los tratamientos. Sin embargo, el Cuadro 17 muestra que por lo menos los tratamientos que llevaron Urea y que fueron aplicados en forma fraccionada desde el inicio de la plantación, sea en 2 o 3 partes produjeron rendimientos similares al tratamiento Testigo.

Cuadro 19. Influencia de los fertilizantes nitrogenados y su fraccionamiento en el diámetro del tallo del maíz

Clave	Tratamiento		Epoca			Diámetro (cm)	Significación D.L.S. 0.05
	Fertilizante	Siembra	Aporque	Floración			
T1	CO(NH ₂) ₂	Todo	---	---	---	4.657	a
T14	NH ₄ NO ₃	1/3	1/3	1/3	---	4.636	a
T4	CO(NH ₂) ₂	1/2	1/2	---	---	4.580	a
T7	CO(NH ₂) ₂	1/3	1/3	1/3	---	4.506	ab
T11	NH ₄ NO ₃	1/2	1/2	---	---	4.430	ab
T12	NH ₄ NO ₃	1/2	---	1/2	---	4.390	ab
T13	NH ₄ NO ₃	---	1/2	1/2	---	4.353	ab
T10	NH ₄ NO ₃	---	---	Todo	---	4.241	abc
T9	NH ₄ NO ₃	---	Todo	---	---	4.204	bc
T2	CO(NH ₂) ₂	---	Todo	---	---	4.094	bc
T8	NH ₄ NO ₃	Todo	---	---	---	4.092	bc
T3	CO(NH ₂) ₂	---	---	Todo	---	4.085	bc
T0	TESTIGO	---	---	---	---	3.882	c
T6	CO(NH ₂) ₂	---	1/2	1/2	---	3.881	c
T5	CO(NH ₂) ₂	1/2	---	1/2	---	3.813	c

D.L.S. (0.05) = 0.36

Cuadro 20. Influencia de las fuentes nitrogenadas y su fraccionamiento en el peso de 100 granos de maíz

Clave	Tratamiento		Epoca		Peso (g)	Significación D.L.S. 0.05
	Fertilizante	Siembra	Aporque	Floración		
T6	CO(NH ₂) ₂	----	½	½	30.04	a
T3	CO(NH ₂) ₂	----	----	Todo	28.52	a
T12	NH ₄ NO ₃	½	----	½	28.40	a
T8	NH ₄ NO ₃	Todo	----	----	28.36	a
T13	NH ₄ NO ₃	----	½	½	28.27	a
T2	CO(NH ₂) ₂	----	Todo	----	27.65	a
T9	NH ₄ NO ₃	----	Todo	----	27.31	a
T1	CO(NH ₂) ₂	Todo	----	----	27.22	a
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	26.81	a
T10	NH ₄ NO ₃	----	----	Todo	26.80	a
T5	CO(NH ₂) ₂	½	----	½	26.67	a
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½	----	26.65	a
T11	NH ₄ NO ₃	½	½	----	25.57	ab
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	25.32	ab
T0	TESTIGO	----	----	----	21.90	b

D.L.S. (0.05) = 1.27

V. CONCLUSIONES

Según las condiciones en las que llevó a cabo el experimento y del análisis de los resultados obtenidos, se dan las siguientes conclusiones:

1. El maíz responde significativamente a la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

2. Las mejores épocas de aplicación fueron en forma fraccionada al Aporque y a la Floración y sin fraccionar al Aporque en los tratamientos que recibieron Urea. Mejores resultados se podrían esperar con aplicaciones de Urea que con Nitrato de Amonio como fuente nitrogenada.

3. La absorción de nutrientes es reducida en la primera etapa de desarrollo del maíz, estando sujeta a las condiciones del medio ambiente, a lo que se suman las propiedades del fertilizante.

VI. RECOMENDACIONES

De las conclusiones se pueden extraer las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar como fuente de nitrógeno la Urea, en terrenos de agricultura migratoria con un pH de tendencia a la neutralidad.
2. Cualquier variedad de maíz, en especial los híbridos deben tener buena disponibilidad de nutrientes en el suelo, para así permitir buenos rendimientos.
3. En suelos de alta concentración de materia orgánica se recomienda la aplicación de la Urea en forma fraccionada al Aporque y a la Floración. Además se recomienda aplicar fuentes de fósforo y potasio a la siembra por su lenta disponibilidad y así compensar las necesidades nutricionales.
4. Repetir el presente trabajo probando niveles de fósforo y potasio para ver su influencia en el llenado de grano, así como probar los niveles de abono nitrogenado.

VII. RESUMEN

Con el fin de estudiar el comportamiento del maíz a la aplicación del nitrógeno en diferentes épocas, en forma fraccionada y sin fraccionar, bajo condiciones de sistema tradicional de siembra en la zona de selva, se efectuó el presente trabajo experimental en la localidad de Castillo Grande (Tingo María), a la margen derecha del río Huallaga, a una altitud de 620 msnm, en el Fundo "Los Canarios".

El suelo experimental fue de textura franca, con alta concentración de materia orgánica, con un pH semi alcalino, con un rango medio de disponibilidad de fósforo y medianamente abastecido de potasio, siendo su CIC alta con alto porcentaje de saturación de bases cambiables y sin problemas de conductividad eléctrica.

Para el efecto se empleó el maíz híbrido Poey-T-66, con una densidad de 50,000 plantas/ha, aplicándose la fórmula de abonamiento 100-100-100.

En el experimento se utilizó el diseño Bloques Completamente Randomizados con 4 repeticiones, en una sola campaña, de junio a octubre, coincidente con la finalización de la época seca e inicio de la época lluviosa.

Como resultado se obtuvo que la aplicación de la Urea en forma fraccionada al Aporque y a la Floración en partes iguales promovieron un mayor rendimiento en grano, mientras que el Nitrato de Amonio incentivó un mayor vigor.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDRICH, S. 1974. Producción moderna de maíz. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). 1ª. Ed. Argentina. 296 pp.
2. CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3ª. Ed. Lima. Ed. Jurídica. 643 pp.
3. CARRILLO, V. 1980. Comportamiento y producción de 21 híbridos y/o variedades de maíz. Tesis Ing° Agr° UNAS. Tingo María.
4. GAMBOA, A. 1980. Fertilización del maíz. Boletín IIP. N° 5. Suiza. 35 pp.
5. GRACIA, A. 1979. Interpretación de análisis de suelos. In: Curso de producción de soya. Palmira. Ica. 301 pp.
6. GRUMSBER, F. 1959. Nutrición y fertilización del maíz. Boletín Verde N° 9. 9 – 18 pp.
7. HOFFER, N. 1941. Deficiency symptoms of corn and small grains, hunger signs in cross. America Society Agronomy and Natural Fert. Assoc. Washington D.C. 432 pp.
8. JACOBS A. y UEXKULL Von H. 1966. Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y sub tropicales. 2ª. Ed. Hannover. 626 pp.
9. LAGUNA, J. 1963. Bioquímica general. 2ª. Ed. México. 426 pp.
10. MENDOZA, J. 1978. Estudio de densidad y fertilización del maíz variedad "Cuban Yellow". Tesis Ing°. Agr°. UNAS. Tingo María.

11. MURO, J. 1961. Estudio de los suelos de Tingo María. Tesis Ing° Agr° UNALM. Estación Experiment. Agrícola Tingo María. Informe N° 4.
12. PATTERSON, J. 1970. Fertilización agrícola. Ed. Acribia. España Pp 41-44.
13. POEHLMAN, M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. México. Limusa Wiley. Pp. 263 – 300.
14. RAMÍREZ, R. Fertilización nitrogenada y densidad de siembra del maíz en los suelos de la sierra. Maracay. Agronomía tropical 22:169-180. Venezuela.
15. SÁNCHEZ, P. 1964. Resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina tropical. 207 pp.
16. TISDALE, S. y NELSON, L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. España. Pp. 139-273.

IX. ANEXO

CRONOGRAMA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL TRABAJO

Actividad	Fecha de ejecución
1. Rozo	5 – 5 – 80
2. Shunteo	23 – 5 – 80
3. Quema	25 – 5 – 80
4. Limpieza del campo experimental	28 – 5 – 80
5. Demarcación y parcelación	30 – 5 – 80
6. Toma de muestras	30 – 5 – 80
7. Siembra	1 – 6 – 80
8. Abonamientos	
Primer abonamiento	1 – 6 – 80
Segundo abonamiento	15 – 7 – 80
Tercer abonamiento	24 – 7 – 80
9. Deshierbos	
Primer deshierbo (químico)	30 – 5 – 80
Segundo deshierbo (mecánico)	25 – 6 – 80
Tercer deshierbo (mecánico)	2 – 8 – 80
10. Deshije	25 – 6 – 80
11. Control fitosanitario	
Primer control	18 – 6 – 80
Segundo control	
12. Aporque	15 – 7 – 80
13. Control biométrico	

Grosor del tallo	12 – 9 – 80
Altura final de planta	30 – 8 – 80
Altura de inserción de la mazorca	10 – 9 – 80
Número de mazorcas	A la cosecha
Acame	A la cosecha
Cosecha	Cuadro 37
Número de plantas cosechadas	Cuadro 37
Tamaño promedio de mazorcas	7 – 10 – 80
Diámetro promedio de mazorcas	
Número de surcos de grano por mazorca	7 – 10 – 80
Peso de mazorcas sin desgranar	7 – 10 – 80
Fecha de desgrane	7 – 10 – 80
Rendimiento de grano	7 – 10 – 80
Peso de 100 granos	8 – 10 – 80

Cuadro 18. Rendimiento de grano de maíz con 14% de humedad

Clave	Descripción			Bloques				Promedio (kg/parc. neta)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0		--	--	--	2.015	1.713	2.082	1.796	1.902
T1	CO(NH ₂) ₂	T			3.018	4.331	3.984	4.795	4.032
T2	CO(NH ₂) ₂		T		4.889	6.203	4.800	3.235	4.781
T3	CO(NH ₂) ₂			T	2.180	5.780	5.782	3.474	4.306
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		4.280	3.579	4.478	2.635	3.743
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	4.415	3.240	2.800	4.657	3.778
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	7.215	4.735	4.903	5.335	5.547
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	3.440	4.839	3.627	4.245	4.038
T8	NH ₄ NO ₃	T			3.590	3.345	4.684	5.267	4.222
T9	NH ₄ NO ₃		T		4.694	5.740	2.640	4.375	4.611
T10	NH ₄ NO ₃			T	4.398	3.041	3.453	4.102	3.998
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		2.358	6.793	3.098	3.784	4.008
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	3.636	3.195	2.978	3.039	3.224
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	4.115	3.113	4.922	3.022	3.793
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	3.500	3.418	4.740	3.728	3.871
Promedio					3.850	4.200	3.931	3.832	3.955

Cuadro 19. Longitud promedio de mazorcas

Clave	Descripción			Bloques				Prom. (cm)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	12.9	15.4	13.7	13.8	13.95
T1	CO(NH ₂) ₂	T			19.2	18.2	16.8	16.4	17.65
T2	CO(NH ₂) ₂		T		17.1	15.8	17.8	16.8	16.87
T3	CO(NH ₂) ₂			T	14.5	15.7	17.2	14.7	15.52
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		18.5	18.0	17.5	18.5	18.10
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	15.7	16.4	18.6	18.1	17.20
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	19.0	17.9	16.6	19.0	18.12
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	18.6	16.3	17.2	17.3	17.35
T8	NH ₄ NO ₃	T			16.0	15.2	18.2	16.0	16.35
T9	NH ₄ NO ₃		T		18.4	16.0	16.9	18.5	17.45
T10	NH ₄ NO ₃			T	17.2	18.2	15.4	16.4	16.80
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		18.8	18.5	17.7	18.1	18.27
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	16.1	18.4	17.4	17.9	17.45
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	17.2	19.8	17.2	16.8	17.75
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	17.3	17.4	16.4	15.7	16.70
Promedio					17.1	17.14	16.97	16.93	17.03

Cuadro 20. Altura final promedio de planta

Clave	Descripción			Bloques				Prom. (cm)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	2.73	2.31	2.43	2.38	2.46
T1	CO(NH ₂) ₂	T			3.01	2.74	2.93	2.98	2.91
T2	CO(NH ₂) ₂		T		3.06	3.01	2.94	2.82	2.95
T3	CO(NH ₂) ₂			T	3.10	2.65	2.72	2.61	2.77
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		2.85	2.88	2.92	2.98	2.90
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	3.15	2.85	3.08	3.29	3.09
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	2.75	2.72	2.85	2.62	2.73
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	2.82	2.94	2.92	2.90	2.89
T8	NH ₄ NO ₃	T			2.40	3.01	3.09	2.98	2.87
T9	NH ₄ NO ₃		T		2.85	2.98	2.87	2.89	2.90
T10	NH ₄ NO ₃			T	3.05	2.58	2.83	2.81	2.81
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		2.61	3.08	2.91	3.06	2.91
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	3.04	3.19	3.26	3.21	3.17
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	3.01	2.78	2.71	2.65	2.78
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	3.00	3.12	3.13	2.91	3.04
Promedio					2.89	2.85	2.98	2.87	2.88

Cuadro 21. Diámetro promedio de los tallos de maíz

Clave	Descripción			Diámetro (cm)				Prom. (cm)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	2.606	4.273	4.225	4.526	3.882
T1	CO(NH ₂) ₂	T			5.146	4.266	5.021	4.128	4.657
T2	CO(NH ₂) ₂		T		4.100	4.296	4.025	4.028	4.099
T3	CO(NH ₂) ₂			T	3.700	4.293	4.212	3.421	4.099
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		4.646	4.413	4.718	3.421	4.580
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	4.100	3.546	3.201	4.406	3.813
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	2.080	4.480	4.423	4.542	3.881
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	4.300	4.273	4.825	4.626	4.506
T8	NH ₄ NO ₃	T			3.840	4.310	3.298	4.306	4.096
T9	NH ₄ NO ₃		T		4.040	4.540	5.010	4.226	4.204
T10	NH ₄ NO ₃			T	4.026	4.332	4.225	4.380	4.241
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		4.186	4.286	4.630	4.620	4.430
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	4.286	4.420	4.321	4.542	4.392
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	4.164	4.253	4.823	4.192	4.353
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	4.420	4.730	4.826	4.568	4.636
Promedio					17.1	17.14	16.97	16.93	17.03

Cuadro 22. Peso promedio de 100 granos de maíz

Clave	Descripción			Bloques				Prom. (g)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	23.34	21.11	22.90	20.31	21.90
T1	CO(NH ₂) ₂	T			28.00	24.21	29.47	27.20	17.65
T2	CO(NH ₂) ₂		T		28.21	29.62	27.75	25.07	16.87
T3	CO(NH ₂) ₂			T	27.30	31.61	28.09	27.12	15.52
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		25.35	28.10	25.36	27.81	18.10
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	27.32	26.82	25.97	26.72	17.20
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	31.07	31.11	28.36	29.62	18.12
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	25.39	26.07	28.32	27.46	17.35
T8	NH ₄ NO ₃	T			28.15	30.14	27.80	27.35	16.35
T9	NH ₄ NO ₃		T		28.30	26.97	27.51	26.46	17.45
T10	NH ₄ NO ₃			T	29.36	27.45	25.87	24.44	16.80
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		25.44	25.43	23.00	28.51	18.27
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	25.80	28.15	30.83	28.80	17.45
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	25.33	26.80	30.67	30.17	17.75
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	25.77	24.50	24.91	26.21	16.70
Promedio					17.1	17.14	16.97	16.93	17.03

Cuadro 23. Número de surcos por mazorca de maíz

Clave	Descripción			Bloques				Prom.	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	13.1	12.9	14.5	14.8	13.82
T1	CO(NH ₂) ₂	T			15.8	15.6	14.4	14.0	14.95
T2	CO(NH ₂) ₂		T		15.8	15.0	15.5	14.7	15.25
T3	CO(NH ₂) ₂			T	13.9	12.3	15.8	15.6	15.50
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		15.3	15.2	14.4	15.5	15.10
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	14.0	13.4	15.6	14.8	14.45
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	14.5	13.6	13.4	17.0	14.60
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	16.2	15.4	14.0	15.3	15.22
T8	NH ₄ NO ₃	T			14.4	19.4	15.6	14.5	15.97
T9	NH ₄ NO ₃		T		14.9	14.9	15.8	15.0	15.15
T10	NH ₄ NO ₃			T	16.2	15.9	15.4	15.4	15.72
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		14.4	14.8	16.2	19.8	16.20
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	15.2	15.2	12.4	13.3	14.02
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	15.4	15.2	15.1	15.9	15.40
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	15.0	15.0	15.7	15.4	15.27
Promedio									15.08

Cuadro 24. Peso promedio de mazorcas sin desgranar

Clave	Descripción			Bloques				Prom. (k/parc. neta)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	5.75	5.15	5.40	5.00	5.32
T1	CO(NH ₂) ₂	T			6.31	13.30	8.50	13.75	10.41
T2	CO(NH ₂) ₂		T		13.82	15.10	11.20	8.48	12.15
T3	CO(NH ₂) ₂			T	6.04	11.49	17.09	10.20	11.22
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		10.20	9.95	12.57	8.19	10.84
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	14.85	5.69	13.75	13.62	11.98
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	18.01	14.00	13.72	13.23	14.74
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	12.30	10.25	14.02	16.15	13.68
T8	NH ₄ NO ₃	T			8.78	11.75	10.30	10.82	10.41
T9	NH ₄ NO ₃		T		13.48	14.31	9.87	11.30	12.24
T10	NH ₄ NO ₃			T	13.01	9.14	9.50	11.70	10.84
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		9.25	20.28	9.07	12.28	12.72
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	11.00	9.74	8.92	9.22	9.72
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	11.98	10.54	14.30	9.74	11.64
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	10.20	12.95	13.56	10.75	11.12
Promedio					11.73	12.16	12.07	11.58	11.86

Cuadro 25. Altura de inserción de la mazorcas

Clave	Descripción			Bloques				Prom. (m)	
	Fertilizante	S	A	F	I	II	III		IV
T0	Testigo	--	--	--	1.51	1.24	1.41	1.22	1.34
T1	CO(NH ₂) ₂	T			1.61	1.60	1.56	1.77	1.63
T2	CO(NH ₂) ₂		T		1.70	1.73	1.71	1.49	1.66
T3	CO(NH ₂) ₂			T	1.24	1.29	1.57	1.34	1.38
T4	CO(NH ₂) ₂	½	½		1.57	1.51	1.55	1.64	1.57
T5	CO(NH ₂) ₂	½		½	1.68	1.52	1.56	1.54	1.57
T6	CO(NH ₂) ₂		½	½	1.55	1.40	1.58	1.43	1.49
T7	CO(NH ₂) ₂	⅓	⅓	⅓	1.63	1.72	1.62	1.60	1.64
T8	NH ₄ NO ₃	T			1.24	1.70	1.79	1.58	1.58
T9	NH ₄ NO ₃		T		1.55	1.55	1.71	1.60	1.60
T10	NH ₄ NO ₃			T	1.60	1.50	1.68	1.57	1.59
T11	NH ₄ NO ₃	½	½		1.11	1.77	1.69	1.64	1.70
T12	NH ₄ NO ₃	½		½	2.09	1.82	1.97	1.78	1.91
T13	NH ₄ NO ₃		½	½	1.70	1.42	1.52	1.39	1.51
T14	NH ₄ NO ₃	⅓	⅓	⅓	1.63	1.72	1.59	1.82	1.69
Promedio									

Cuadro 30. Análisis de variancia del peso de 100 granos de maíz.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Significación
Bloques	3	1.023	0.341	0.108	NS
Tratamientos	14	193.339	13.810	4.388	AS
Error	42	132.167	3.147		
Total	59	326.528			

c.v.= 11.64 %

D.L.S. (0.05)= 1.27

PRESUPUESTO

RUBRO DEL GASTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Rozo	Jornal	3	800.00	2,400.00
Shunteo	Jornal	2	800.00	1,600.00
Quema	Jornal	1	800.00	800.00
Limpieza	Jornal	2	800.00	1,600.00
Demarcación	Jornal	2	800.00	1,600.00
LABORES CULTURALES				
Siembra	Jornal	2	800.00	1,600.00
Deshije	Jornal	1	800.00	800.00
Abonamiento	Jornal	2	800.00	1,600.00
Aporque	Jornal	1	800.00	800.00
Desmalezado	Jornal	1	800.00	800.00
Cosecha	Jornal	2	800.00	1,600.00
Desgrane	Jornal	1	800.00	800.00
MATERIALES E INSUMOS				
Dípterx 80 PM	Kilos	1	1859.00	1,859.00
Semilla (H.Poey T 66)	Kilos	5	180.00	900.00
Estacas y letreros	Cantidad	284	10.00	2,840.00
Urea	Kilos	50	4200.00	4,200.00
Nitrato de amonio	Kilos	50		4,150.00
Superfosfato triple	Kilos	50		4,780.00
Cloruro de potasio	Kilos	50		3,620.00
Movilidad local	Pasajes	85	50.00	4,250.00
Imprevistos		10%		4,569.00
Análisis de suelos		4	800.00	3,200.00
TOTAL				50,268.90

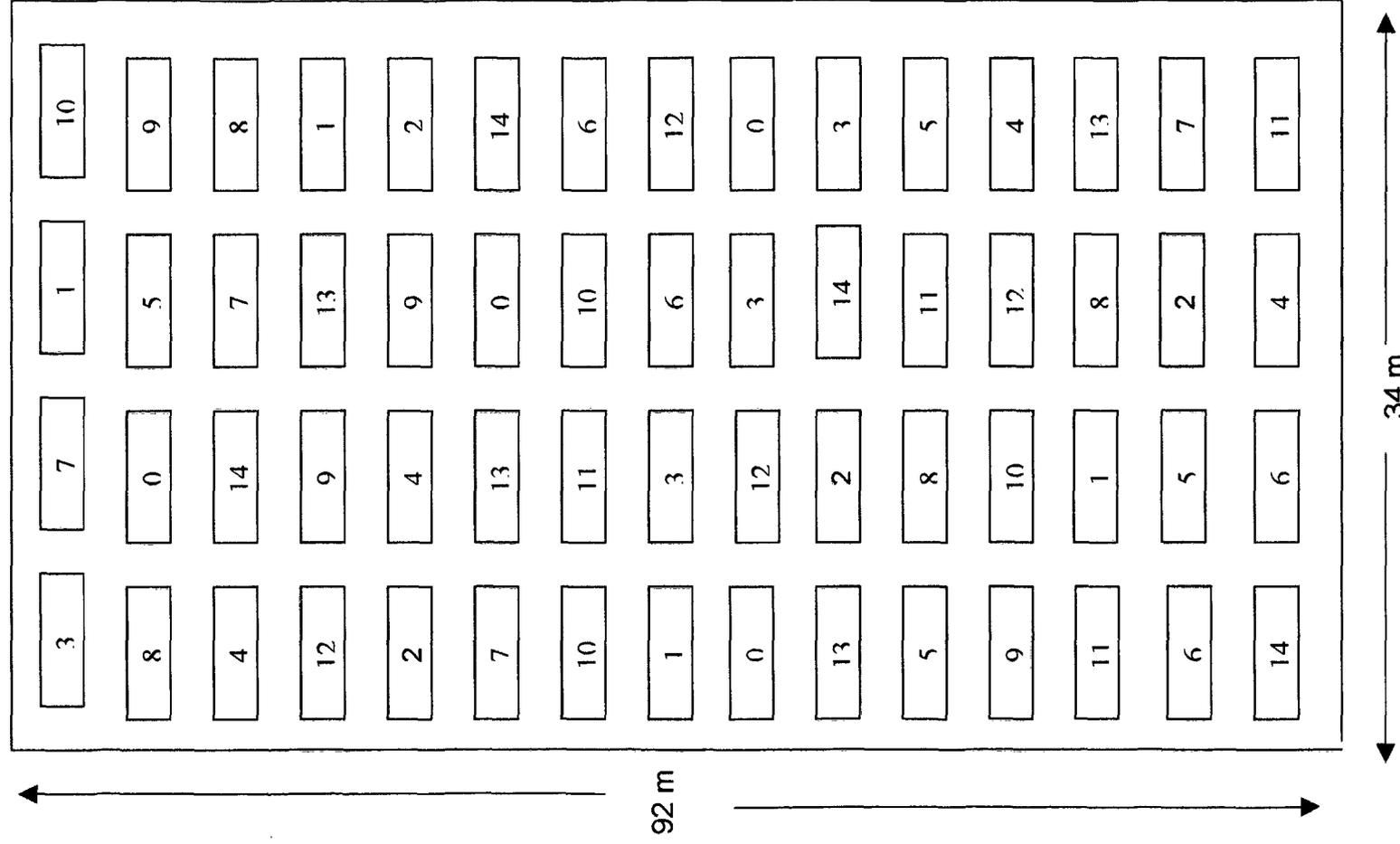


Figura 1. Distribución de los tratamientos

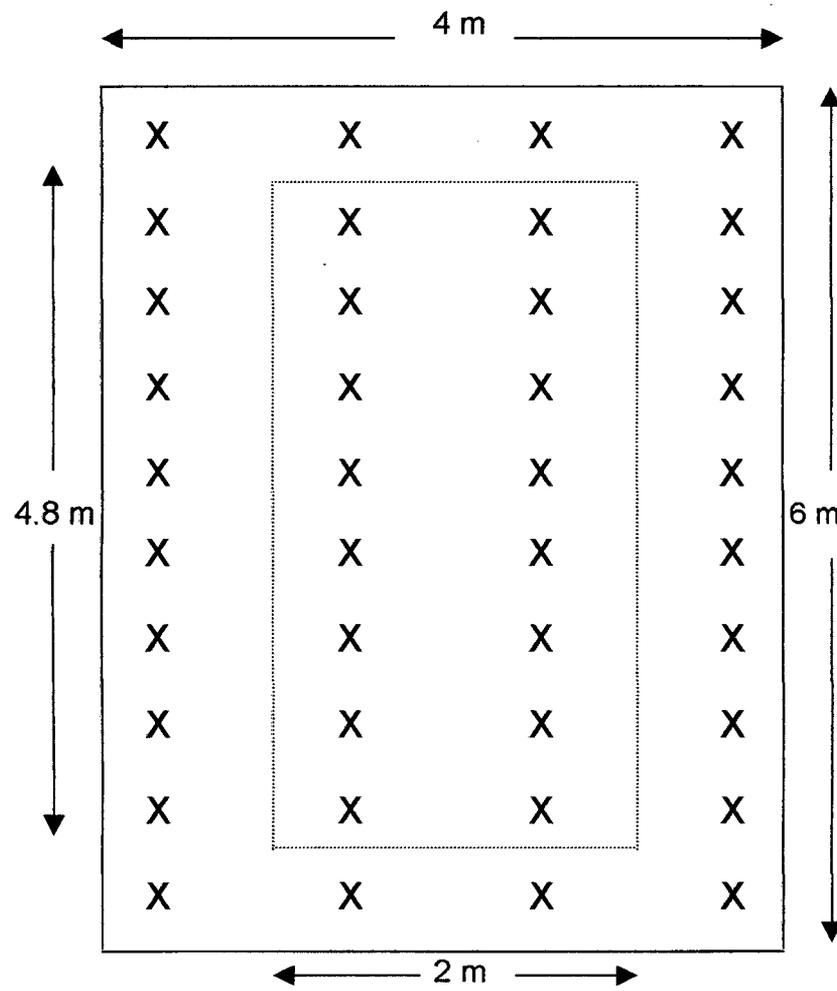


Figura 2. Detalle una unidad experimental y parcela neta