



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA

**“Respuesta del maíz INIAP H-603 Superior a varios métodos de aplicación de
la fertilización química nitrogenada, en el cantón Quinindé, provincia de
Esmeraldas”**

AUTOR

Karen Lisseth Carrillo Preciado

TUTOR

Ing. Agron. M. Sc. Nelson Enrique Motato Alarcón

MANTA - MANABÍ - ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de tesis titulado **“Respuesta del maíz INIAP H-603 Superior a varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada, en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”** es original, siendo autora Karen Lisseth Carrillo Preciado, Egresada de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, de la facultad de Ciencias Agropecuaria, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Tesis elaborada de acuerdo a las normas y técnicas de investigación y en base a las normas vigentes de la Universidad, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias establecidas para el efecto.

Ing. Agron. M. Sc. Nelson Enrique Motato Alarcón

TUTOR DE TESIS

AUTORIA

La responsabilidad de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, corresponden exclusivamente a la autora.

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

“Respuesta del maíz INIAP H-603 Superior a varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada, en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Aprobada por el Tribunal Examinador

Ing. Mg. Francisco Pico Franco

MIEMBRO TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Mg. Dídimo Mendoza Intriago

MIEMBRO TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Mg. María Virginia Mendoza García

MIEMBRO TRIBUNAL EXAMINADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo científico:

A mi Dios, como tributo a sus respuestas a mis ruegos que sirvieron para sortear el camino de mi vida y formación profesional.

A mis amados padres: Marcelo Belisario Carrillo García y Lenner Emilja Preciado Quiñónez, pilares fundamentales de mi existencia.

A mis hermanas: Carla Marcela y Yohana Denisse, ejemplos permanentes que he seguido en el desarrollo de mi vida personal y profesional.

A mis sobrinos Rubén, Daniela y Darla, tíos, y más familiares que siempre creyeron en mi capacidad y dedicación para alcanzar metas.

Karen Lisseth Carrillo Preciado

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a Dios por haber permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres: Marcelo Belisario Carrillo García y Lenner Emilja Preciado Quiñonez, por su apoyo permanente e incondicional en todas las fases de mi formación profesional.

A la Decana, cuerpo docente y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por ser parte de mi enriquecimiento científico, profesional y humano.

Al Ing. Agron. M. Sc. Nelson Enrique Motato Alarcón, por su dedicación, guía y aporte en todas las actividades de desarrollo de esta tesis como Tutor, y por sus consejos que han contribuido a mi formación profesional.

Al Señor Antonio Cedeño, quien me ayudo permanentemente en los trabajos de campo de esta tesis.

A mis hermanas Carla Marcela y Yohana Denisse, reflejos de mi pulso para apoyarme en mis estudios universitarios.

A todos mis compañeros de aula por su colaboración, contribución y amistad a lo largo de mi carrera universitaria.

Karen Lisseth Carrillo Preciado

INDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III.OBJETIVOS	4
3.1 General	4
3.2 Específicos.....	4
III. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Formas de nitrógeno en la naturaleza y procesos de transformación en los suelos	5
4.2 Funciones del nitrógeno en las plantas	7
4.3 Respuesta del cultivo de maíz a la fertilización química con nitrógeno.	7
V. HIPÓTESIS.....	9
5.1 Variables dependientes.....	9
5.2 Variable independiente	9
VI. METODOLOGÍA.....	10
6.1 Ubicación	10
6.2 Características climáticas ⁻¹	10
6.3 Diseño experimental	10
6.4 Características del experimento.....	11
7. DATOS A TOMARSE Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	12
7.1 Diámetro del tallo	12
7.2 Altura de las plantas.....	13
7.3 Longitud y diámetro de mazorcas	13
7.4 Rendimiento.....	13
7.5 Análisis económico.....	13
8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	14
8.1 Material de siembra.....	14

8.2 Preparación del terreno	14
8.3 Control de malezas.....	14
8.4 Fertilización.....	14
8.5 Riego artificial.....	15
8.6 Control fitosanitario.....	15
VII. RESULTADOS	16
7.1 Análisis estadístico.....	16
7.2 Diámetro del tallo	16
7.3 Altura de plantas	18
7.4 Diámetro de mazorcas	18
7.5 Longitud de mazorcas	19
7.6 Rendimiento.....	20
7.7 Análisis Económico	20
VIII. DISCUSIÓN	24
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
X. RESUMEN.....	28
XI. SUMMARY	29
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Contenidos	Páginas
1	Cuadrados medios obtenidos, en los análisis estadísticos de los datos registrados en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H-603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta 2018	17
2	Valores promedios para el diámetro del tallo, conseguidos en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018	17
3	Valores promedios para la altura de planta, diámetro y longitud de mazorcas, y rendimiento obtenidos en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018	19
4	Calculo del presupuesto parcial de los tratamientos del experimento, “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018	22
5	Análisis de dominancia con los tratamientos del experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018	23
6	Análisis marginal de los tratamientos no dominados en el análisis de dominancia. MANTA, 2018.	23
7	Datos climáticos (temperatura y precipitación) en la zona de Quinindé durante 2017	49

I. INTRODUCCIÓN

El maíz duro es un cultivo ampliamente extendido en la geografía ecuatoriana y especialmente en la región costa, es un producto constituyente de la canasta familiar, ya que sus granos se utilizan en la elaboración de diferentes platos de la gastronomía ecuatoriana. Es usado además en alimentación animal, formando parte de dietas alimenticias para pollos y cerdos.

He allí la importancia de esta gramínea la cual es requerida en mayores cantidades a medida que pasa el tiempo, a fin de proporcionar una parte de alimentos a una población que crece geométricamente.

Para poder suplir esta demanda de maíz, es necesario generar tecnologías como: materiales genéticos con alto potencial de reciclamiento. Manejo integrado de plagas, nutrición, entre otras.

Esto implica que cada vez que hay que utilizar materiales de maíz que tengan alto potencial de rendimiento, pero para lograrlo hay que aplicar tecnología apropiada.

El relación a la nutrición adecuada del cultivo, tecnología dirigida al elemento nitrógeno. Respecto a esto en el área agrícola cantón Quinindé provincia de Esmeraldas, hasta ahora no se ha generado información científica al respecto.

El sistema de información nacional del MAGAP describe la zona agrícola 1 del país integradas por las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Sucumbíos, con un área de 42676,39 Km² representando el 17% del territorio nacional, y expresa que según la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua 284100,21 están dedicadas a la producción agrícola de manera general el maíz duro seco decreció de 9346 a 5197 ha, sin especificar cuanto en cada provincia (MAGAP 2017).

Por otro lado INEC (2016), señala que en la provincia de Esmeraldas se siembra y se cosecha 1929 ha, destacando una producción anual de 2.651 t de maíz duro seco.

Esta última información refleja que los rendimientos por unidad de superficie son muy bajos, lo cual amerita la ejecución de trabajos de investigación relativos a incrementar la productividad este cultivo en esa provincia. En esta oportunidad se planificó un trabajo relacionado con la fertilización química nitrogenada empleando el último híbrido de maíz generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

La respuesta del cultivo de maíz, en el mundo y en nuestro país, a las aplicaciones de fertilizantes químicos nitrogenados, está ampliamente documentada (Pedrol *et al.* 2008; Avarez *et al.* 2010; Salvaggiotti *et al.* 2011; Vera, 2011), siendo esta positiva en todo sentido ya que a través del tiempo los incrementos en los rendimientos cada vez han sido mayores.

Esto se explica en tanto a que han ido apareciendo materiales genéticos de alta capacidad productiva, en especial los híbridos INIAP H-601, INIAP H-602 y ahora último el INIAP H-603.

Como era de esperarse este híbrido INIAP H-603, liberado en 2016, ha respondido favorablemente a la fertilización química nitrogenada en la dosis de 200kg N/ha consiguiendo experimentalmente entre 6.4 y 14.0 t/ha del grano de maíz, dependiendo de la zona agroecológica de producción (Falcones 2015; Motato *et al.* 2016).

La información tecnológica es válida, pero existen algunas interrogantes que no fueron abordados por medio de la investigación científica, y es la referida a la forma de aplicación del fertilizante que contiene nitrógeno, de modo que exista una mayor eficiencia en esta labor de manejo del cultivo y así se puedan obtener rendimientos potencialmente más elevados, evitando así que se produzcan pérdidas del nutriente (nitrógeno) que se aplica por varios factores de tipo humano, físico y/o ambientales.

II. JUSTIFICACIÓN

Un aspecto fundamental en la respuesta de los cultivos, y en este caso del maíz, a la fertilización química nitrogenada, es la eficiencia de su utilización que no es nada más que “obtener más rendimiento del grano por kilogramo del nutriente que se utiliza”. En consecuencia hay que propender a aumentar esta eficiencia ya que si ésta no se incrementa deberá aumentarse el uso de fertilizaciones nitrogenadas.

Esta eficiencia y efectividad del nitrógeno de los fertilizantes se puede aumentar mejorando adecuadamente los sistemas de cultivos y de mejor forma los fertilizantes que contengan nitrógeno. Una forma de manejo del fertilizante, a más de su dosificación y fuente óptima, es la forma de aplicación de este suelo; para en esa forma lograr un mejor uso y eficiencia produciendo rendimientos potenciales que se traduzcan en beneficios económicos para los productores.

El presente trabajo justifica probar algunas modalidades de colocación en el suelo del fertilizante, a fin de lograr una mayor eficiencia de esta labor tan importante en el manejo agronómico de maíz.

Al mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno por el cultivo, indudablemente que los rendimientos por unidad de superficie se incrementarán y superarán los datos reportados, por ESPAC (2016) de alrededor de 53 qq /ha, y así exista una mayor oferta de maíz duro seco a disposición de la población para los diferentes usos: alimentación humana en fresco, elaboración de derivados o utilización en procesos avícolas o pecuarios de gran importancia socio económica.

III.OBJETIVOS

3.1 General

-Mejorar el manejo de la fertilización química nitrogenada para el maíz que se cultiva en Esmeraldas.

3.2 Específicos

- Observar el comportamiento del híbrido de maíz INIAP H-603, ante varias formas de colocación del fertilizante químico nitrogenado en el suelo.

-Determinar la mejor forma de aplicación de fertilizante químico nitrogenado, para del híbrido de maíz INIAP H-603.

-Realizar un análisis económico de los tratamientos bajo estudio.

III. MARCO TEÓRICO

4.1 Formas de nitrógeno en la naturaleza y procesos de transformación en los suelos

El nitrógeno molecular (N_2) se encuentra en la atmósfera en forma libre constituyendo aproximadamente el 78% de esta (Pesek *et al.* 1971), de tal forma que es la fuente natural que provee este elemento a todos los procesos en los que está involucrado.

La atmósfera que nos rodea es una importante reserva de nitrógeno, pero no está este elemento disponible para las plantas, solo las leguminosas pueden utilizarlos a través de un proceso biológico llamado “Fijación Natural” en el que están involucradas bacterias principalmente del género *Rhizobium*. Adicionalmente de este reservorio pequeñas cantidades son incorporadas al suelo con las precipitaciones naturales (Software s.f.).

La FAO (2015), al referirse al ciclo del nitrógeno, destaca los procesos que se dan a nivel de atmósfera, en el suelo y su necesidad por todos los ecosistemas. Señala la acción de las bacterias para formar nitratos (NO_3^-), resaltando a las nitrificantes en la “nitrificación”; también menciona los eventos de pérdidas incluyendo a la “desnitrificación”, “lixiviación” y las exportaciones en las cosechas.

En los suelos, el nitrógeno, se encuentra en pequeñas cantidades y su contenido varía según los caracteres climáticos, vegetación presente, topografía, material de origen y la influencia del hombre (INPOFOS 2013). Existen dos formas predominantes: a) orgánico, como parte de la materia orgánica no disponible para las plantas, b) inorgánico, como amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) disponibles (INPOFOS 1998).

El nitrógeno orgánico (de la materia orgánica) es parte constituyente de aminoácidos, proteínas, amino azúcares, y otros complejos; el inorgánico, que incluye (NH_4^+) amonios, (NO_3^-) nitratos, (NO_2^-) nitritos, (N_2O), óxido nitroso,

(NO) óxido nítrico y (N) elemental que es inerte pero utilizable por bacterias (Tisdale y Nelson 1977).

Verhulst et al. (2015). Al referirse al ciclo del nitrógeno, señalan que las formas orgánicas incluyen aminoácidos, proteínas y amino azúcares y que las inorgánicas absorbidas por las plantas son amonios (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-); en la solución del suelo la forma predominante como $\text{NO}_3^- \text{N}$ es que es necesariamente adsorbidos en el suelo por lo que se ve afectado por la lixiviación.

Destacan también a la “volatilización” del amoniaco (NH_3), la “lixiviación” movimiento hacia abajo en el perfil del suelo, la “mineralización” transformación de las formas orgánicas a inorgánicas, la “inmovilización” extracción del nitrógeno inorgánico por los microorganismos del suelo y lógicamente la “nitrificación” proceso de formación de los nitratos partiendo de los amonios, y la “desnitrificación” proceso opuesto a la fijación biológica en la cual los óxidos de nitrógenos (NO_3^- y NO_2^-) son reducidos a óxidos gaseosos (NO óxido nítrico; N_2O óxido nitroso, y N_2 nitrógeno molecular).

Son varios los investigadores que a través del tiempo han descrito de manera simple y científica los diferentes procesos a los que el nitrógeno se somete una vez que llega del exterior del suelo. Así, la MINERALIZACIÓN es la conversión del nitrógeno orgánico a las formas minerales NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , NH_3 ; DESMINERALIZACIÓN es el proceso contrario y también conocido como INMOVILIZACIÓN, el amoniaco NH_3 y el amonio NH_4^+ que son producto de las incorporaciones químicas y orgánicas se transforman en nitrato NO_3^- en un proceso llamado NITRIFICACIÓN que produce acidez a los suelos a menos que se incorporen las cantidades adecuadas de material de encalado; la DENITRIFICACIÓN por el cual los nitratos NO_3^- se reducen y el nitrógeno se pierde como NO_2^- (óxido nitroso) y N_2 (nitrógeno molecular) que se volatilizan a la atmósfera. Otro proceso del nitrógeno son las pérdidas por lixiviación a capas más profundas del suelo en su forma de NO_3^- (nitrato), las pérdidas por volatilización en sus formas amoniacaes por una inadecuada manera de adición y por las pérdidas por atracción en los frutos de los cultivos (Tisdale y Nelson 1977; INPOFOS 1997, 1998,2013; Padilla 2014; Tasistro 2014).

En el suelo el nitrógeno está contenido por la materia orgánica, en su mayor parte y no es disponible para las plantas. Otras formas inorgánicas amonio y nitrato pueden utilizar los cultivos. La materia orgánica se transforma en estas formas químicas, a través de un proceso llamado “mineralización” que está influenciado por la presencia de bacterias, humedad, aireación, temperatura y pH del suelo (Software s.f.).

4.2 Funciones del nitrógeno en las plantas

Este nutriente está comprometido en varios papeles dentro de las plantas y su función es fundamental, siendo necesario en la síntesis de la clorofila, es componente de las vitaminas y los sistemas de energía y además de los aminoácidos con los que forma las proteínas por lo tanto es responsable del contenido de proteínas de las semillas (INPOFOS 1997).

Este elemento tiene una acción directa sobre el aumento de la materia seca, ya que favorece el desarrollo del tallo, del follaje y contribuye a la formación de frutos y granos; un exceso provoca crecimiento exagerado de las hojas, poco desarrollo de raíces y retarda la formación de flores y frutos (Rodríguez y Flores 2010).

Por otro lado, Pilarte Pavón (s.f.) indica que este nutriente da vigor a las plantas y abundancia de hojas siendo componente de todos los aminoácidos y estos unidos forman las proteínas responsables de variadas funciones bioquímicas.

4.3 Respuesta del cultivo de maíz a la fertilización química con nitrógeno.

Como quedó establecido en capítulos anteriores de este estudio de tesis, la respuesta del cultivo de maíz a las adiciones de fertilizantes químicos nitrogenados ha sido evidenciada en múltiples países productores de este grano. Conociéndose la dosis óptima de su aplicación y los fraccionamientos de ellas (Coral y Molina 2006; Espinoza y García 2008) en donde sobresale la división de dosis en 20% a la siembra, 40% a la aparición de la sexta hoja y el 40% al nacimiento de las hojas 10 y 12 en el primer caso; y el otro, la

división: 20% aplicado a la siembra, 40% adicionado al nacimiento de la sexta hoja y 40% colocado al estado fisiológico VIO(décima hoja).

Para la forma de adición del fertilizante nitrogenado no ha sido estudiada ampliamente en los últimos años o por lo menos no existe información actualizada, y la disponible es muy general.

Así, el INPOFOS (2010) señala que cuando se adiciona fertilizantes químicos a base de amonio estos deberán incorporarse al suelo porque una buena parte se puede perder por condiciones climáticas (alta humedad y alta temperatura).

El Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI), indica que los fertilizantes químicos amoniacales cuando se los aplica sobre la superficie del suelo sufren pérdidas gaseosas, por lo que deben incorporarse y/o su adición debe ser previa al riego o a una precipitación prevista (IPNI 2012).

Por otra parte, se destaca que la colocación de fertilizante con nitrógeno deberá ser debajo del suelo y evitar el contacto con los residuos del cultivo anterior, reduciendo en esa forma el potencial de volatilización, desnitrificación e inmovilización (Verhulst *et al.* 2015); añadiendo que las aplicaciones en banda en la agricultura de conservación, parece ser un método eficiente para recuperar el fertilizante en comparación con las adiciones al voleo.

La información científica disponible, señala que la aplicación de fertilizantes para el Nitrato de Amonio ($\text{NO}_3 \text{NH}_4$) y sulfato de amonio $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$ sobre suelos alcalinos produce reacciones químicas causando pérdidas de amoniaco por volatilización, pudiendo ocurrir lo mismo con la Urea $\text{CO} (\text{NH}_2)_2$, sobre todo cuando el suelo esta extremadamente húmedo y existe temperatura del medio, ante esto se sugiere adicionar los fertilizantes incorporándolos en el suelo (INPOFOS 1997).

Estos aspectos fueron motivantes para enfocar la investigación, probando varias alternativas de adición al suelo del fertilizante nitrogenado para medir la respuesta del cultivo de maíz.

V. HIPÓTESIS

Ho. El híbrido de maíz INIAP H-603, manifiesta; igual respuesta ante todas las modalidades de aplicación de la fertilización química nitrogenada.

HA. Por lo menos una de las modalidades de aplicación de la fertilización química nitrogenada, difiere de las otras, en la respuesta del híbrido de maíz INIAP H-603.

5.1 Variables dependientes

5.1.1 Diámetro del tallo

5.1.2 Altura de planta

5.1.3 Diámetro de mazorca

5.1.4 Longitud de mazorca

5.1.5 Rendimiento

5.2 Variable independiente

5.2.1 Formas de aplicación del fertilizante químico nitrogenado.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Ubicación

El área experimental estuvo ubicada en la lotización “Ciroilva Valencia”, parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindè, provincia de Esmeraldas.

Las coordenadas del predio tomadas con GPS son:

- 1) 671086,38 – 35426,37
- 2) 671102,75 – 35434,99
- 3) 671111,37 – 35418,62
- 4) 671095,00 – 35410,00

6.2 Características climáticas⁻¹

Altitud: 115 m.s.n.m

Longitud: 79°26'0"-O

Latitud: 00°19'10"-N

Precipitación: 2107 mm/año

Heliofanía: 2.25 horas luz/día - 825 horas luz/año

Humedad Ambiente: 78%

Temperatura: Mínima: 18 °C Máxima: 32 °C Promedio: 25 °C

Topografía: Plana

⁻¹ Datos de la Estación meteorológica del Instituto Tecnológico Agropecuario Quinindé.

6.3 Diseño experimental

6.3.1 Tipo de diseño: Bloques completos al azar

6.3.2 Número de repeticiones: Tres

6.3.3 Tratamiento de estudio.

Los tratamientos que se probaron en el presente trabajo, fueron formas de aplicación de un fertilizante químico nitrogenado al suelo, más uno adicional sin fertilización alguna, como se enuncian a continuación.

6.3.3.1 En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas.

6.3.3.2 En el fondo del surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas.

6.3.3.3 En hoyos a 15 cm de cada planta

6.3.3.4 En solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas

6.3.3.5 Sobre el agua en el surco distanciado 15cm de las hileras de plantas.

6.3.3. 6 Sin aplicación de la fertilización química (Testigo)

6.4 Características del experimento

6.4.1	Número de unidades experimentales/repetición	6
6.4.2	Número de unidades experimentales totales	18
6.4.3	Población de las plantas de maíz	62 500 pl/ha
6.4.4	Distancia entre plantas	0,20 m
6.4.5	Distancia entre hileras	0,80 m
6.4.6	Longitud de las hileras	5,00 m
6.4.7	Número de hileras/unidad experimental	4
6.4.8	Número de plantas/hilera	26
6.4.9	Número de plantas/unidad experimental	104
6.4.10	Área total/unidad experimental	16,64 m ² (5,20 m x 3,20 m)
6.4.11	Área total/repetición	99,84 m ² (16,64 m x 6,00 m)
6.4.12	Distancia entre repeticiones	1,50 m
6.4.13	Área total del experimento	331,20 m ² (18,40 m x 18,00 m)
8.4.14	Número de hileras útiles/unidad experimental	2

6.4.15	Número de hileras útiles/repetición	12
6.4.16	Número de hileras útiles totales	36
6.4.17	Área útil/unidad experimental m)	8,32 m ² (1,60 m x 5,20
6.4.18	Área útil/repetición m)	49,92 m ² (8,32 m ² x 6
6.4.19	Area útil total m)	149,76 m ² (49,92 m ² x 3
6.5	Análisis estadístico	
6.5.1	Análisis de varianza (ADEVA)	

ADEVA

Fuente de variación		Grados de libertad
Total	(rt-1)	(3 x 6)- 1 17
Repeticiones	(r-1)	(3 – 1) 2
Tratamientos	(t-1)	(6 – 1) 5
Error	(r-1) (t-1)	(3-1) x (6-1) 10

6.5.2 Prueba de comparación de medias: Tukey al 5% de probabilidad.

6.5.3 Coeficiente de variación: $CV (\%) = \frac{\sqrt{\text{Cuadrado Medio del Error}}}{\text{Promedio}} \times 100$

7. DATOS A TOMARSE Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

7.1 Diámetro del tallo

Utilizando un Nonio, en todos los tratamientos a los 15 días después de la siembra del maíz y al momento de la máxima floración masculina, se midió esta característica en milímetros (mm) a 20 cm sobre la superficie del suelo en 10 plantas elegidas al azar, en los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

7.2 Altura de las plantas

En las mismas plantas del caso anterior y en todas las unidades experimentales, se obtuvo este carácter empleando una regla graduada en centímetros (cm), desde la base del suelo hasta el inicio de la flor masculina.

7.3 Longitud y diámetro de mazorcas

En 10 mazorcas elegidas al azar, en la cosecha de las plantas de las hileras útiles de cada parcela experimental, se registró su longitud (cm) y diámetro (mm) central utilizando una cinta métrica o regla graduada en centímetros para el primer caso, y un Nonio en el segundo

7.4 Rendimiento

En cada unidad experimental, las mazorcas peladas de las plantas del área útil se desgranaron y se pesaron en kilogramos utilizando una balanza, para obtener un valor por parcela y luego transformar a kilogramos de maíz por hectárea. En cada caso se tomó la humedad de una muestra representativa de cada parcela.

7.5 Análisis económico

Empleando el método descrito por el CIMMYT (Perrin *et al.* 1979), se calculó el presupuesto parcial, análisis de dominancia y se obtuvieron Tasas de Retorno Marginal para cada uno de los tratamientos que resultaron dominantes

8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

8.1 Material de siembra

Se utilizó semilla del híbrido maíz INIAP H-603, generada por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

8.2 Preparación del terreno

El suelo del área experimental se preparó proporcionando un pase de arado y dos de rastra para finalmente realizar surcos distanciados cada 0.80 m; la cama lista para la siembra.

8.3 Control de malezas

Las malezas existentes recibieron el siguiente tratamiento de control: a) dos aplicaciones de Alaclor de 4 litros/ha cada una, más 800 cc de Terbutrina/ha, en preemergencia, y, b) tres deshierbas semanales a machete a los 35, 45 y 75 días después de la siembra.

8.4 Fertilización

Se utilizó una dosis de 200 kg de N/ha¹, empleando como fertilizante el Sulfato de Amonio [SO₂ (NH₄)₂] que contiene el 21% de Nitrógeno.

La forma como se aplicó el fertilizante, fue de acuerdo a los tratamientos planeados.

La dosis a aplicarse se fraccionó en tres partes: a) 20% al momento de la siembra, b) 40% a la aparición de la sexta (6) hoja, y, c) 40% a la emergencia de la hoja decima (10).

Todos los tratamientos, excepto el que no llevó forma de aplicación de nitrógeno tendrán una fertilización complementaria de 50 kg/ha del fertilizante Nutrimentos II que contiene Zn (4%), Mn (2.5%), Co (1%), B₂O₃ (1.5%) y S (5%).

8.5 Riego artificial

Al área experimental se proporcionaron siete riegos por gravedad llenando los surcos de cada parcela cada 15 días hasta 45 días después de la floración. Esta labor se decidió por cuanto el régimen de precipitación en Quininde fue bajo, alcanzando apenas 307.9 mm entre los meses de julio y diciembre de 2017 (Tabla 7, de Anexos).

8.6 Control fitosanitario

La presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda L.*) fue combatida con aplicaciones al suelo antes de la siembra de 200 cc de Alaclor + 40 cc de Terbutrina/ bomba de 20 L. Posteriormente cuando el gusano se presentó en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo se hicieron controles al follaje de las plantas con 20 cc de Clorpirifos/ bomba de 20 L.

VII. RESULTADOS

7.1 Análisis estadístico

La Tabla 1, muestra los cuadrados medios obtenidos en los análisis estadísticos de las variables evaluadas. Con excepción del diámetro del tallo a los 15 días de crecimiento, las demás características fueron significativas estadísticamente al 1% de posibilidad, para los tratamientos probados.

Los coeficientes de variación, estuvieron entre 2.00 % y 9.98 %.

7.2 Diámetro del tallo

La evaluación realizada a los 15 días de crecimiento de las plantas de maíz, no fue significativamente diferente según Tukey al 5% de posibilidad entre los tratamientos probados. Sin embargo, se puede señalar que entre modalidades o formas de aplicación del fertilizante nitrogenado el promedio más alto de 9.48 mm fue para cuando este se adicionó “en hoyos distanciados a 15 cm de cada planta” y el menor valor de 8.97 mm, cuando se aplicó “en el fondo del surco, distanciados a 15 cm de las hileras de plantas”, cuando no se fertilizó con nitrógeno el diámetro del tallo fue más delgado con 8.71 mm (Tabla 2).

En la misma Tabla, se puede observar que para las medidas tomadas a los 45 días de crecimiento del maíz, la prueba de Tukey encontró tres rangos diferentes corroborando lo determinado por el análisis estadístico; así los diámetros mayores fueron de 25.43 mm y 25.24 mm conseguidos por las aplicaciones “en hoyos, distanciados a 15 cm de cada planta” y “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas” respectivamente, siendo diferentes significativamente a los valores más bajos de: 22.20 mm (cuando la adición se hizo en banda ancha sobre el suelo a un costado de las hileras de plantas) y 17.67 mm (cuando no se aplicó el fertilizante nitrogenado).

Tabla 1. Cuadrados medios obtenidos, en los análisis estadísticos de los datos registrados en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H-603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta 2018

Fuente de variación (grados de libertad)					
Característica	Total (17)	Repetición (2)	Tratamiento(5)	Error 12	Cv(%)
Diámetros del tallo 15 (días)	0,21	0,19	0,21	0,22	5,13
Diámetros del tallo 45 (días)	8,38	0,25	26,54**	0,93	4,15
Incremento del diámetro del tallo	7,25	0,86	22,74**	0,78	6,25
Altura de la planta	0,06	0,01	0,21**	2.1 ⁻³	1,87
Diámetro de mazorca	39.72	3.09	132.30**	0.76	2.08
Longitud de mazorca	6.38	0.43	20.00**	0.77	6.31
Rendimiento	3233442.85	3593068.17	6897395.03**	1329541.70	9.98

Tabla 2. Valores promedios para el diámetro del tallo, conseguidos en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm) 15 (días)	Diámetro del tallo (mm) 45 (días)	Incremento del diámetro del tallo (mm)
En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas	8.98	22.20 B	13.22 B
En el fondo del surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas.	8.97	24.20 AB	15.23 AB
En hoyos distancidos a 15 cm de cada planta	9,48 Mayor	25.43 A Mayor	15.95 A
En solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas	9.25	25.24 A Mayor	15.99 A
Sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas.	9.13	24.80 AB	15.67 AB
Sin aplicación de la fertilización química.	8.71 Menor	17.67 C	8.96 C
Tukey 5%	1.32	2.73	2,51

El incremento del diámetro del tallo, diferencia entre las evaluaciones hechas de esta característica mostró la misma tendencia que la medida tomada a los 45 días de crecimiento de las plantas de maíz.

7.3 Altura de plantas

Cuando las plantas tuvieron en el máximo de floración, la altura de ellas fue similar estadísticamente según Tukey, con valores que oscilaron entre 2.55 m (adición en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas) y 2.58 m (cuando se aplicó en el fondo del surco, en hoyos y en solución sobre el suelo, distantes 15 cm de las hileras de plantas). La misma prueba diferenció significativamente estos promedios del conseguido cuando no se fertilizó con nitrógeno a las plantas, logrando 1.93 m en altura (Tabla 3).

7.4 Diámetro de mazorcas

La Tabla 3, contiene también los promedios de esta variable. Tukey al 5% de probabilidad confirmó la significación del análisis estadístico y determinó tres categorías disimiles, en las que la aplicación del fertilizante “en solución sobre el suelo, en banda 15 cm de las hileras de plantas” provocó mazorcas con 46.55 mm de diámetro diferentes significativamente a las que consiguieron las adiciones del fertilizante con nitrógeno: “ en el fondo del surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas,” y “en banda ancha sobre el suelo, o a un costado de la hileras de plantas”, con 43.26 mm y 43.60 mm, respectivamente. Las adiciones: “en hoyos distanciados a 15 cm de cada planta” y “sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de la hilera de plantas” permitieron obtener mazorcas de 45,44 mm y 44,67 mm, similares estadísticamente al promedio más alto conformando la categoría segunda junto con los anotados anteriormente.

Las mazorcas de maíz menos gruesas fueron de 28,71 mm y representan la tercera categoría diferentes a todas las demás.

Tabla 3. Valores promedios para la altura de planta, diámetro y longitud de mazorcas, y rendimiento obtenidos en el experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018

Tratamientos	Altura de planta (m)	Diámetro de mazorcas (mm)	Longitud de mazorcas (cm)	Rendimiento (kg/ha)
En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas.	2.55 A	43.60 B	13.53 A	11665 AB
En el fondo del surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas.	2.58 A	43.26 B	15.01 A	11243 AB
En hoyos distanciados a 15 cm de cada planta	2.58 A	45.44 AB	15.24 A	12795 A
En solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas	2.58 A	46.55 A	15.52 A	12151 A
Sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas.	2.57 A	44.67 AB	15.00 A	12756 A
Sin aplicación de la fertilización química.	1.93 B	28.71C	8.82 C	8718 B
Tukey 5%	0.13	2.48	1.39	3270

7.5 Longitud de mazorcas

Para las formas o modalidades de aplicación del fertilizante nitrogenado la prueba de Tukey al 5% de probabilidad no encontró diferencias significativas entre los promedios obtenidos, sin embargo se puede señalar que las mazorcas más largas con 15,52 cm se consiguieron con la adición “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas” y las de menor dimensión con 13,53 cm logradas con la aplicación “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas. (Tabla 3).

Tukey corroboró al análisis estadístico al determinar diferencias significativas del promedio de 8,82 cm conseguido cuando no se fertilizó con nitrógeno respecto a las otras medias obtenidas.

7.6 Rendimiento

Dos rangos diferentes fueron categorizados por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad confirmando la significación encontrada por el análisis estadístico, respecto a los tratamientos que se probaron en este estudio (Tabla 3).

El primero correspondió a todas las formas de adición del fertilizante nitrogenado, con los que se consiguieron rendimientos por arriba de 11200 kg/ha, siendo significativamente similares entre sí. En este sentido el más alto promedio de 12795 kg/ha se obtuvo al fertilizar “en hoyos, distanciados a 15 cm de cada planta” y el más bajo de 11243 kg/ha logrado al aplicar fertilizante “en el fondo del surco, distanciados a 15 cm, de las hileras de plantas”.

El otro rango, agrupó a las adiciones: “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas” con 11665 kg/ha, y “en el fondo del surco, distanciados a 15 cm de las hileras de plantas” con 11243 kg/ha y “la no aplicación de fertilización química” con 8718 kg/ha. Este último promedio, según Tukey, fue significativamente diferente a los que permitieron conseguir las producciones más arriba de 12000 kg/ha, estando esto de acuerdo al análisis estadístico de los datos.

7.7 Análisis Económico

Las Tablas 4, 5 y 6, contienen los cálculos del presupuesto parcial, análisis de dominancia y análisis marginal.

En el presupuesto parcial, se consideró los rendimientos por hectárea conseguidos por los tratamientos probados. Estas producciones se ajustaron al 15% y se estimó “el beneficio bruto” considerando un precio de mercado de USD 1,80/kg de maíz. Además, se calcularon los costos variables para cada

uno de los tratamientos y se determinaron los “beneficios netos”, restando estos últimos de los “beneficios brutos” (Tabla 4).

Con los “beneficios netos” y “costos variables”, se realizó un análisis de dominancia resultando “no dominados” todos los tratamientos con excepción del que recibió fertilización química nitrogenada “en hoyos distanciados a 15 cm de cada planta” (Tabla 5).

El análisis marginal, con los tratamientos no dominados, sirvió para obtener Tasas de Retorno Marginal de 33609 %, 30714%, 29520% y 760%, para los tratamientos: adiciones del fertilizante nitrogenado “sobre el agua en el surco distanciado a 15 cm de las hileras de plantas” “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas, “en el fondo del surco, distanciado 15 cm de las hileras de plantas y “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas” en su orden (Tabla 6).

Tabla 4. Cálculo del presupuesto parcial de los tratamientos del experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018

Tratamientos						
Variables	1	2	3	4	5	6
Rendimiento (kg/ha)	11665	11243	12795	12151	12756	8718
Rendimiento (Kg/Ha) ajustado al 15%	9515	9556	10876	10328	10843	7410
Beneficio bruto (USD 1.80/Kg)	17127	17200,8	19576	18590,4	19517,4	13338
Costos variables						
Aplicación de Fertilizante (6)	90	90	270	90	90	
Sacos para cosecha	52,25	52,5	59,75	56,75	59,5	40,75
Sulfato de Amonio (19 sacos)	342	342	342	342	342	
Nutrimenores II (2 sacos)	60	60	60	60	60	
Total	544,25	544,5	731,75	548,75	551,5	40,75
Beneficios netos	16582,75	16656,3	18844,25	18041,65	18965,9	13297,25

1 En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas	3. En hoyos distanciados a 15 cm de cada planta	5. Sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas.
2. En el fondo del surcos distanciado a 15 cm de las hileras de plantas	4. En solución sobre el suelo en banda a 15 cm	6. Sin aplicación del fertilizante químico.

Tabla 5. Análisis de dominancia con los tratamientos del experimento “Evaluación de varios métodos de aplicación de la fertilización química nitrogenada en el híbrido de maíz INIAP H- 603 superior” en el cantón Quinindé provincia de Esmeraldas.”. Manta,2018

Tratamientos	Beneficios netos	Costos variables
5. Sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas	18965,9	551,50 ND
3. En hoyos distanciados a 15 cm de cada planta	18844,25	731,75 D
4. En solución sobre el suelo en banda a 15 cm	18041,65	548,75 ND
2. En el fondo del surcos distanciado a 15 cm de las hileras de plantas.	16656,3	544,50 ND
1. En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas.	16582,75	544,25 ND
6. Sin aplicación del fertilizante químico.	13297,25	40,75

Tabla 6. Análisis marginal de los tratamientos no dominados en el análisis de dominancia. MANTA, 2018.

Tratamientos	BN	CV	IBN	ICV	TMR (%)	TAMR (%)
5. Sobre el agua en el surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas	18965,9	551,5	924,25	2,75	33609	100
4. En solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas	18041,65	548,75	1305,35	4,25	30714	
2. En el fondo del surco distanciado 15 cm de las hileras de plantas.	16656,3	544,5	73,8	0,25	20520	
1. En banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas.	16582,75	544,25	3825,5	503,5	760	
6. Sin aplicación de la fertilización química	13297,25	40,75	-	-	-	

BN: beneficios netos	IBN: incrementos de beneficios netos	TRM: tasas de retorno marginal
CV: costos variables	ICV: incrementos de costos variables	TARM: tasa mínima de retorno marginal

VIII. DISCUSION

Los resultados encontrados confirman la respuesta positiva del material (hibrido INIAP H-603) a la fertilización química nitrogenada bajo las condiciones del cantón Quinindé, coincidiendo con lo obtenido por Motato *et al.* (2016) en algunos agro ecosistemas de Manabí.

Las variables: diámetro del tallo a los 45 días, incremento de este carácter respecto a lo tomado a los 15 días de crecimiento, diámetro y longitudinal de mazorcas mostraron un mejor efecto de las adicionales del fertilizante nitrogenado “ en hoyos distanciados a 15 cm de las hileras de plantas”, “en solución sobre el suelo en banda a 15cm de las hileras de plantas” y “ sobre el agua en el surco, distanciado 15 cm de las hileras de plantas”, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de posibilidad ratificando con ello la significación determinada por el análisis estadístico.

Respecto al rendimiento fue evidente la superioridad de las formas de aplicación del fertilizante nitrogenado de “en hoyos distanciados a 15 cm de las hileras de plantas”, “sobre el agua en el suelo, distanciados 15 cm de la hilera de plantas” y “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas”, aun cuando no fueron diferentes de las otros dos maneras de fertilización con nitrógeno según Tukey al 5% de probabilidad.

Las tres formas de adición con mayores rendimientos y que indican en el párrafo anterior garantizan probablemente que el nutriente (nitrógeno) haya penetrado en el suelo casi de inmediato, a diferencia de las aplicaciones: “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas” y “en el fondo del surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas”; en donde el fertilizante quedó sobre el suelo, sin incorporarse. Este comentario se refuerza por las aseveraciones de varios investigadores e instituciones, que señalan que para un mejor efecto y aprovechamiento del fertilizante nitrogenado este debe ser incorporado inmediatamente al suelo luego de su adición a fin de evitar pérdidas por volatilización del nutriente (INPOFOS 2010, IPNI 2012, Verhulst *et al.* 2015, Torres Duggan 2016).

En cuanto al análisis económico, fueron varios los tratamientos que obtuvieron Tasas de Retorno Marginal (TRM) superiores a la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR) sobresaliendo las aplicaciones “sobre el agua en el surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas”, “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas”, “en el fondo del surco, distanciado a 15 cm de las hileras de plantas” y “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas” garantizan los retornos por cada dólar invertido. Las dos formas primeras tienen plena coincidencia con el análisis y significación estadística de los rendimientos obtenidos, discrepando con los otros dos tratamientos descritos.

La consideración de costos variable hace que uno de los tratamientos más sobresalientes “en hoyos, distanciados a 15 cm de las hileras de plantas” y, que fue el que propicio el rendimiento más alto quede fuera del análisis marginal por su alto costo en cuanto jornales, razón por la que no obtuvo una TRM.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los resultados se puede concluir lo siguiente.

1. En todas las características evaluadas los valores más bajos corresponden a cuando no se aplicó la fertilización nitrogenada.
2. En correspondencia a la anterior los valores más altos y diferentes, fueron para las diferentes modalidades de adición del fertilizante con nitrógeno.
3. Los datos de diámetros del tallo mostraron una supremacía estadística de las formas de aplicación “en hoyos distanciados a 15cm de cada planta” y “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas” respecto a la adición “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas” y “sin aplicación de fertilización química”.
4. La altura de las plantas de maíz, fue similar estadísticamente pero todas las modalidades de aplicación del fertilizante nitrogenado.
5. El diámetro de mazorcas fue superior para la aplicación “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de las hileras de plantas” estadísticamente igual para cuando el nitrógeno se adicionó “sobre el agua en el surco distanciados a 15 cm de las hileras de plantas” y “en hoyos distanciados a 15cm de cada planta”; sin embargo estos dos tratamientos fueron similares a los de “en el fondo del suelo, distanciados a 15 cm de las hileras de plantas” y “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de las hileras de plantas”.
6. Para la longitud de mazorcas, todas las formas de aplicación del fertilizante provocaron valores estadísticamente iguales.
7. Los más altos rendimientos (Kg/ha) se consiguieron con las formas de aplicación “en hoyos distanciados 15 cm de cada planta”, “sobre el agua en el surco distanciados 15 cm de las hileras de plantas”
8. Sin embargo las modalidades de adición señaladas, no fueron significativamente diferentes a las de “en el fondo del surco, distanciados

a 15cm de la hilera de plantas” y “en banda ancha sobre el suelo, a un costado de la hilera de plantas”.

9. Económicamente, la más altas Tasas de Retorno Marginal, se lograron cuando el fertilizante se aplicó “sobre el agua en el surco, distanciado 15 cm de la hilera de plantas”, “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de la hilera de plantas” y “en el fondo del surco, distanciado 15 cm de la hilera de plantas”.

Lo que permite recomendar

- Sugerir la aplicación del fertilizante químico nitrogenado en cualquiera de las modalidades: “sobre el agua en el surco luego de un riego”, “en solución sobre el suelo, en banda a 15 cm de la hilera de plantas” y “en el fondo del surco, distanciado a 15cm de la hilera de plantas”.
- Difundir los resultados de esta investigación a los integrantes de la cadena agro productiva del maíz.

X. RESUMEN

Esta investigación se realizó entre agosto y diciembre de 2017, en el cantón Quinindé, parroquia Rosa Zarate, provincia de Esmeraldas, teniendo como objetivo medir la respuesta del híbrido del maíz INIAP H-603 a la fertilización química nitrogenada aplicada bajo varias modalidades: en banda ancha sobre el suelo, en el fondo del surco, en hoyos, en solución sobre el suelo y sobre el agua en el surco inmediatamente después del riego; y, un testigo sin adición de fertilizante químico.

En campo se utilizó un diseño de bloques completos al azar a tres repeticiones, sembrando el maíz a una población de 62500 plantas/hectáreas (0.80 m x 0.20 m). Las variables medidas fueron: diámetro del tallo, altura de planta, diámetro y longitud de mazorcas y rendimiento del grano; adicionalmente se hizo un análisis económico de los tratamientos utilizados.

Se evidenció una alta respuesta del cultivo a la fertilización química nitrogenada, ya que todas las características evaluadas mostraron los valores más altos y significativamente diferentes frente a los conseguidos a cuando no se aplicó fertilizante nitrogenado. De acuerdo al análisis estadístico, la prueba de Tukey al 5% de posibilidad y a los valores más elevados, existió supremacía para las modalidades de aplicación: en hoyos, sobre el agua en el surco y en solución sobre el suelo; los rendimientos en estos casos fueron de 12795, 12756 y 12151 Kg/ha, en su orden.

Económicamente, el análisis de los tratamientos encontró que las más altas Tasas de Retorno Marginal de 33609%, 30714% y 29520% comprendieron a las modalidades de aplicación del fertilizante con nitrógeno: sobre el agua en el surco, en solución sobre el suelo y en el fondo del surco.

XI. SUMMARY

This research was carried out between August and December 2017, in Canton Quininde, Rosa Zarate parish, province of Esmeraldas, with the objective of measuring the response of INIAP H-603 maize hybrid to nitrogen chemical fertilization applied under several modalities: in band wide on the ground, at the bottom of the furrow, in holes, in solution on the ground and on the water in the furrow immediately after irrigation; and, a witness without the addition of chemical fertilizer.

In the field, a complete block design was used at random to three replications, planting the corn to a population of 62500 plants / hectares (0.80 m x 0.20 m). The variables measured were: stem diameter, plant height, diameter and length of ears and grain yield; additionally an economic analysis of the treatments used was made.

A high response of the crop to nitrogenous chemical fertilization was evidenced, since all the evaluated characteristics showed the highest and significantly different values compared to those obtained when nitrogen fertilizer was not applied. According to the statistical analysis, the Tukey test at 5% possibility and the highest values, there was supremacy for the application modalities: in holes, on water in the furrow and in solution on the ground; the yields in these cases were 12795, 12756 and 12151 Kg / ha, in order.

Economically, the analysis of the treatments found that the highest rates of Marginal Return of 33609%, 30714% and 29520% included the fertilizer application modalities with nitrogen: on the water in the furrow, in solution on the ground and in the bottom of the furrow.

XII. BIBLIOGRAFIA

Avarez, D., Gómez, D., Leon, N., y F. Gutiérrez. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*. Chiapas, México. 44(5):8

Coral, D. y Molina, C. 2006. Avances en la investigación de nutrición del maíz. FENALCE. Colombia. p.5-12. Consultado 29 de mayo de 2017 Disponible en: WWW.CACDEMIA.EDU/13424231/Avances_en_la_investigacion_de_nutricion_del_maiz

Espinosa, J. y García, J.P. 2008. Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. In. *Uso Eficiente de Nutrientes*. Editores J. Espinosa y F. García. IPNI. San José, Costa Rica. p. 49-56.

Falcones Vélez, M. 2015. Eficiencia agronómica del fraccionamiento de la fertilización química nitrogenada en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Santa Ana, de la Provincia de Manabí. Ingeniero Agropecuario. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador. 53p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Insignia de los Suelos. AMGS-OMMS-UNCCD-YUNGA-GLOBAL SOIL-WORLWAY-UNDDD. Roma, Italia. p50.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador.. 60p. Consultado en: 2 de febrero de 2018. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 1997. *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos*. Capítulo 3. Primera impresión, versión Español. Quito, Ecuador. p. 3-1; 3-14.

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 1998. Manual de Nutrición y Fertilización del Café. 1 ed. Quito, Ecuador. p18.

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 2010. Manual Internacional de Fertilidad de los Suelos. Quito, Ecuador. p. 3-1, 3-14.

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 2013. Fertilidad de los suelos para pastos. In. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Bernal, J. y Espinosa, J. (ed). Quito, Ecuador. p 35.

IPNI (Instituto Internacional de Nutrición de Plantas). 2012. Principios científicos que sustentan la fuente correcta. In 4R De la Nutrición de Plantas: Un Manual para Mejorar el Manejo de la Nutrición de Plantas. IPNI. Norcross, EEUU. p. 3-13.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca). 2017. Breve descripción de la Zona 1 y sus Provincias. Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Boletines Zonales Integrales y Temáticos. 20p. Consultado en: 10 de febrero de 2018. Disponible en: sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpop/edicio-impresia/2017/abril/abril-17-zona-1.pdf

Motato, M., Pincay, J., Avellan, M., Falcones, M. y Aveiga, Ch. 2016. Fertilización del híbrido experimental de maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. ESPAMCIENCIA. Calceta, Manabí. 7(2): 109-116.

Perrin, R. K., Winkelmann, D. L., Moscardi, E. R. y Anderson, J. R. 1979. Formulación de Recomendaciones a Partir de datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Folleto de Información No. 27. 2ª impresión. CIMMYT. México. 54p.

Padilla, W. 2014. Fertilización de los Suelos y Nutrición Vegetal. 1 ed. Quito, Ecuador. Diseño y Diagramación Padilla, S. y López, E. Mayo 20 de 2017. CD. agrobiolab@clinica-agrícola.com

Pedrol, H., Castellarin, J., Ferraguti, F. y Rosso, O. 2008. Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz

según nivel hídrico. IPNI. Quito, Ecuador. Información Agronómica N° 40. p.17-20.

Pesek, J., Stanford, G. and Case, N. 1971. Nitrogen Production And Used. 2 ed. In. Fertilize Technology and, Use. Olson, R.A. (ed). Soil Sciencie Society of America. Wisconsin, USA. p. 217-269.

Pilarte Pavòn, F. s.f. Función de los elementos esenciales en los cultivos. 7p. Consultado en: 2 de febrero de 2018. Disponible en: www.a4n.alianzacacao.org/uploaded/mod_documentos/Funci_n%20de%20elementos%20esenciales%20en%20los%20cultivos.pdf

Rodriguez, M. y Flores, V. 2010. Elementos esenciales y beneficiosos. In Nociones Básicas del Ferti-riego. Bogotá, Colombia. p. 25-35.

Salvagiotti, F., Castellarin, J., Ferraguti, F. y Pedrol, H. 2011. Dosis optima económica de nitrógeno en maíz, según potencial de producción y disponibilidad de nitrógeno en la región Pampera Norte. Ciencia del Suelo. 29(2):129-212.

Software. s.f. Manejo del Nitrógeno. SMART! Software-Programa para Fertilización de Cultivos. Consultado en: 2 de febrero de 2018. Disponible en: www.smart-fertilizacion.com/es/articulos/nitrogeno

Tasistro, A. 2014. Aspectos Básicos del Manejo del Nitrógeno. 1 ed. IPNI. Mayo 15 de 2017. Video conferencia. www.ipni.net

Tisdale, S. y Nelson, W. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Montaner y Simón, S.A. Reimpresión. Barcelona, España. p.145.

Torres Duggan, M. 2016. Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Maíz. Applied Chemical Technology. INTA. Argentina. Consultado en: 24 de enero de 2018. Disponible en: www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20del%20Cultivo%20de%20Maiz.asp

Vera, E. 2011. Fertilización química del híbrido de maíz INIAP H-602 con fuentes alternativas de nitrógeno. Ingeniero Agropecuario. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador. 65p.

Verhulst, N., Francois, I., Grahmann, K., Cox, R. y Govaerts, B. 2015. Eficiencia del uso del nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. CIMMYT. 12p. Consultado en: 24 de enero de 2018. Disponible en: conservación.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno

ANEXOS



Identificación del experimento



Delimitación y estaquillado del experimento



Etapas iniciales del experimento de maíz



Desarrollo vegetativo del experimento a la floración masculina



Medición de la altura de plantas



Registro del Diámetro del Tallo



Registro de la información



Inicio de cosecha



Cosecha del experimento



Determinación de la humedad del grano de maíz



Croquis del lugar donde se realizó el experimento, coordenadas y ubicación.

Tabla 7. Datos climáticos (temperatura y precipitación) en la zona de Quinindé durante 2017

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	26,4	335,9
Febrero	26,7	279,8
Marzo	27,4	388,8
Abril	27	363,9
Mayo	26,3	282,8
Junio	25,8	193,7
Julio	26	60,1
Agosto	27	20,7
Septiembre	26,9	86
Octubre	26,2	78,2
Noviembre	26,4	48,5
Diciembre	26,6	14,4