



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.), para el Litoral ecuatoriano, en la zona de Mocache.”

**AUTOR:**

Bayron Alberto Vecilla Nicola

**TUTOR:**

Ing. Edwin Hasang Morán, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019

## **DEDICATORIA**

*De manera muy especial dedico a Dios que ha sido mi fortaleza en todo momento de mi vida, a la cual le dedico todos mis éxitos puesto que no he sido yo, siempre ha sido él.*

*A mis padres Pedro Vecilla y Leonor Nicola quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mis hermanos Luis, Pedro y Pamela por su cariño y apoyo incondicional, que me brindaron a lo largo de todo este proceso.*

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Bayron Alberto Vecilla Nicola.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Este trabajo fue posible gracias a la intervención de muchas personas a las cuales les quiero agradecer:*

*Primero a Dios por haberme dado la sabiduría, fuerza e inteligencia.*

*A mi familia, quienes fueron el pilar principal para mi formación.*

*De manera especial al Ing. Edwin Hasan, MSc. Director de tesis, al Ing. Manuel Carrillo Zenteno, PhD. y al Ing. Wuellins Durango, MSc. colaboradores de este trabajo de investigación y a quien les debo el éxito del mismo.*

*A mis amigos que estuvieron presentes en este proceso, Génesis Amat, Vanesa Delgado Mayusbel Campuzano, Gabriela Espinoza, Leonardo Amaiquema, Cesar Zamora, Bryan Pallares.*

*Al Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y a todas las áreas involucradas, colaboradores técnicos, trabajadores de campo, sin ellos esta tesis tampoco se hubiera logrado.*

*Alberto Vecilla Nicola*

## INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	12
I.1 Objetivos.....	14
1.1.1. General .....	14
1.1.2. Específico .....	14
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes .....	15
2.1.1. Efectos de la omisión de nutrientes .....	15
2.2.2. Eficiencia agronómica (EA).....	16
2.2. Fundamentos .....	19
2.2.1. Generalidades .....	19
2.2.2. Características taxonómicas .....	19
2.2.3. Características botánicas.....	20
2.2.4. Exigencias edafoclimáticas.....	20
2.2.5. Producción de semillas mediante hibridación .....	20
2.2.6. La semilla .....	21
2.2.7. Fertilización .....	22
2.2.8. Nutrientes .....	23
2.2.10. Fósforo.....	23
2.2.11. Potasio .....	24
2.2.12. Magnesio .....	24
2.2.13. Azufre .....	25
2.2.14. Boro .....	25
2.2.15. Parcelas de omisión .....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental .....	26
3.2. Material genético .....	26

3.3.	Factores de estudio.....	27
3.4.	Métodos .....	27
3.5.	Tratamientos .....	27
3.6.	Diseño experimental .....	28
3.6.1.	Análisis de varianza.....	28
3.6.2.	Características del área experimental .....	28
3.7.	Manejo del ensayo. ....	29
3.7.1.	Análisis del suelo.....	29
3.7.3.	Siembra.....	29
3.7.4.	Control de malezas. ....	29
3.7.5.	Control fitosanitario.....	30
3.7.6.	Polinización asistida. ....	30
3.7.7.	Glasinado.....	30
3.7.8.	Captación de polen y fecundación manual. ....	30
3.7.9.	Fertilización.....	31
3.7.10.	Cosecha.....	31
3.8.	VARIABLES A EVALUADAS.....	31
3.8.1.	Altura de planta a cosecha. ....	31
3.8.2.	Altura de inserción a la primera mazorca.....	32
3.8.3.	Diámetro de tallo .....	32
3.8.4.	Acame de raíz.....	32
3.8.5.	Acame de tallo.....	32
3.8.6.	Días a la floración masculina y femenina.....	32
3.8.7.	Niveles de clorofila.....	32
3.8.8.	Porcentaje de mazorcas podridas.....	32
3.8.9.	Longitud de mazorca. ....	33
3.8.10.	Diámetro de mazorca.....	33
3.8.11.	Peso de 100 semillas.....	33
3.8.12.	Días a la madurez fisiológica. ....	33
3.8.13.	Factor parcial de productividad. ....	33

3.8.14. Eficiencia agronómica por nutriente.....	33
3.8.15. Rendimiento por hectárea. ....	34
3.8.16. Análisis económico.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Altura de planta.....	35
4.2. Altura de inserción de mazorca. ....	36
4.3. Diámetro de tallo. ....	37
4.4. Acame de tallo .....	38
4.5. Acame de raíz .....	39
4.6. Días a la floración masculina y femenina. ....	40
4.7. Niveles de clorofila.....	41
4.8. Porcentaje de mazorcas podridas.....	42
4.9. Longitud de mazorca. ....	43
4.10. Diámetro de mazorca .....	44
4.11. Peso de 100 semillas.....	45
4.12. Días a la madurez.....	46
4.13. Factor parcial de productividad. ....	47
4.14. Eficiencia agronómica por nutriente.....	50
4.15. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	52
4.16. Análisis económico.....	53
V. CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES .....	55
VII. RESUMEN.....	56
VIII. SUMMARY .....	57
IX. BIBLIOGRAFIA.....	58
X. ANEXOS .....	66

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Definiciones simples de eficiencia de uso de nutrientes (EUN) .....	17
Cuadro 2.- Resultados del análisis de suelo del lote experimental, ubicado en la EETP del INIAP .....	26
Cuadro 3.-Características de los parentales utilizados en la generación del nuevo híbrido simple de maíz.....	27
Cuadro 4.- Tratamientos evaluados en el experimento de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.), para el Litoral ecuatoriano. Mocache, 2019.....	27
Cuadro 5.- Análisis de la varianza, utilizado en esta investigación .....	28
Cuadro 6.- Características del área experimental, de la investigación sobre omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.).....	29
Cuadro 7.- Altura de planta (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	35
Cuadro 8.- Altura de inserción de la primera mazorca (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	36
Cuadro 9.- Diámetro de tallo (mm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019	37
Cuadro 10.- Acame de tallo (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	38
Cuadro 11.- Acame de raíz (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	39
Cuadro 12.- Días a la floración masculina y femenina (dds), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	41

Cuadro 13.- Niveles de clorofila (unidades atLEAF), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	42
Cuadro 14.- Porcentaje de mazorcas podridas (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	42
Cuadro 15.- Longitud de mazorca (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	43
Cuadro 16.- Diámetro de mazorca (mm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	45
Cuadro 17. Peso de 100 semillas (g), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019	46
Cuadro 18. Días a la cosecha (dds), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019	47
Cuadro 19.- Factor parcial de productividad (kg kg <sup>-1</sup> ), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	48
Cuadro 20.- Eficiencia agronómica por nutriente (kg kg <sup>-1</sup> ), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	50
Cuadro 21.- Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019	52
Cuadro 22.- Análisis de la tasa de retorno marginal de tratamientos no dominados, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	53
Cuadro 23.- Tratamientos evaluados en el experimento de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	67



Cuadro 24.- Fertilización en gramos por unidad experimental de la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	67
Cuadro 25.- Presupuesto del ensayo de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	68
Cuadro 26.- Costos directos por hectárea en la producción de semilla, utilizados en el análisis económico basado en costo beneficio del ensayo la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	69
Cuadro 28.- Análisis económico basado en beneficios/costo, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.), en la época lluviosa de la zona de Mocache 2019.....	70
Cuadro 29.- Tratamientos dominado y no dominados formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	72
Cuadro 30.- Análisis de variancia para altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, acame de tallo y raíz, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	72
Cuadro 31.- Análisis de variancia para mazorcas sanas, podridas, longitud y diámetro de mazorca, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	73
Cuadro 32.- Análisis de variancia para Días a floración masculina, femenina y madurez fisiológica, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	73
Cuadro 33.- Análisis de variancia para niveles de clorofila, afectado la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.....	73
Cuadro 34.- Análisis de variancia para peso de 100 semillas y rendimiento, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro ( <i>Zea mays</i> L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 .....	74

Cuadro 35.- Análisis de variancia para Factor parcial de productividad de N, P, K, S, Mg, B, afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 ..... 74

Cuadro 36.- Precipitación pluvial registrada desde la siembra en Enero 24 del 2019 hasta la cosecha en Mayo 14 del 2019 en el lote experimental del ensayo de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019 ..... 75

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Distribución de los tratamientos en el campo, por repetición, en el trabajo experimental de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019. .... 66

Gráfico 2.- Distribución de los parentales por unidad experimental, en el trabajo experimental de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019. .... 66

Gráfico 3.- Costos variables formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019..... 71

Gráfico 4.- Beneficios netos, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019..... 71

Gráfico 5.- Precipitación pluvial promedio mensual registrada en el Lote experimental. .. 75

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de los análisis de suelos del sitio experimental. ....	76
Figura 2.- Siembra de los parentales. ....	77
Figura 3.- Estado de cultivo a los 30 días después de la siembra. ....	77
Figura 4.- Aplicación de productos fitosanitarios en el cultivo. ....	78
Figura 5.- Aplicación de cebo insecticida para control de gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ). ....	78
Figura 6.- Disposición de los parentales dentro de las unidades experimentales. ....	79
Figura 7.- Proceso de protección (glasinado) de la mazorca de los parentales femeninos. ....	79
Figura 8.- Captación de polen en las inflorescencias de los parentales masculinos. ....	80
Figura 9.- Captación de polen y glasinado, efectuado con la colaboración del programa de maíz de INIAP. ....	80
Figura 10.- Fecundación de las mazorcas previamente glasinadas con el polen captado. ....	81
Figura 11.- Evaluación de madurez fisiológica en las semillas de cada unidad experimental. ....	81
Figura 12.- Visita del presidente del comité de titulación de la UTB el Ing. MSc. Marlon Lopez, el tutor de tesis el Ing. Msc. Edwin Hasang y el Técnico colaborador del trabajo experimental, Ing. Msc. Wuellins Durango. ....	82



## I. INTRODUCCIÓN

El maíz, es una gramínea muy conocida a nivel mundial por su grano y productos derivados que se obtienen de su cultivo; es de gran importancia económica, social, alimenticia y fuente de materia prima para varios productos industriales (Paliwal, 2001).

La producción mundial de maíz, según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para 2017/2018 fueron de 1 036 millones de toneladas, siendo los principales productores EE. UU. con aproximadamente 357 millones de toneladas, seguido por China con 215 millones de toneladas y Brasil, 95 millones de toneladas (BCP, 2017).

En el Ecuador el maíz se cultiva en diferentes zonas de la Costa y Sierra, donde en el 2018, se sembró aproximadamente 255 376 ha de maíz duro con promedio nacional de 5,93 t ha<sup>-1</sup>; la mayor cantidad de productores se encuentran en las provincias de Los Ríos con 94 992 ha, Manabí con 82 123 ha y Guayas con 38 873 ha de superficie cosechada. Dichas provincias concentran el 37,19 %, 32,15 %, y 15,22 % respectivamente del total de la producción anual, el 15,44 % restante corresponde al resto de provincias costeñas. La mayor parte del área cultivada se siembra bajo condiciones de secano, es decir en época lluviosa (MAG, 2018).

El programa de maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), constantemente busca generar nuevos materiales genéticos promisorios para mejorar los ingresos económicos de los productores, principalmente los pequeños y medianos.

Entre los factores que limitan la productividad del maíz son el uso de materiales genéticos con bajo potencial de rendimiento, la pérdida de fertilidad de los suelos y desconocimiento de las necesidades nutricionales de los cultivos (Espinosa y García, 2009).

La escasa disponibilidad de nutrientes en el suelo, reducen la producción del cultivo de maíz, el cual está determinado por el número de granos obtenidos por unidad de superficie, debiendo estar en óptimas condiciones fisiológicas en la floración, para lograr alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en la biomasa; para conseguir éstas condiciones, es necesario conocer los requerimientos nutricionales del cultivo y la aportación del suelo para estimar sus necesidades de fertilización (García, 2005).

La técnica de las parcelas de omisión de nutrientes permite determinar el efecto del suplemento de los nutrientes nativos del suelo, sin fertilizar con un nutriente de interés, no obstante, es fertilizado con cantidades no limitantes de otros nutrientes para asegurarse que la ausencia de estos no limite el rendimiento (Espinoza y Mite, 2008).

La omisión de nutrientes, también permite determinar las dosis específicas de elementos calculando la diferencia entre el rendimiento con el programa de fertilización completo y la parcela con la ausencia del nutriente de interés, considerando su respectiva eficiencia agronómica (Parra, Valverde y Alvarado, 2010).

Trabajos con parcelas de omisión de nutrientes se han realizado en Argentina, donde para obtener 1 t de grano de maíz, se requiere cantidades de 22 kg t<sup>-1</sup> de N; 4 kg t<sup>-1</sup> de P; 19 kg t<sup>-1</sup> de K; 3 kg t<sup>-1</sup> de Mg; 4 y 20 g t<sup>-1</sup> de B (García, 2005).

Por lo antes expuesto, en el país existe limitada información sobre el efecto de la omisión de nutrientes en la fertilización de los progenitores para la formación de un nuevo híbrido de maíz, se hace imperativo conocer las necesidades en cuanto a nutrientes de los parentales que serán utilizados para la obtención del nuevo híbrido.

## **I.1 Objetivos**

### **1.1.1. General**

- ✓ Evaluar los efectos de la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.), para el Litoral ecuatoriano.

### **1.1.2. Específico**

- ✓ Identificar los cambios morfológicos de los parentales, por efecto de la omisión de nutrientes.
- ✓ Determinar la respuesta en el rendimiento de los parentales del nuevo híbrido de maíz, por efecto de la omisión de nutrientes.
- ✓ Establecer los cambios en la eficiencia agronómica por efecto de la omisión de nutrientes.
- ✓ Determinar el tratamiento que presente mejor retorno económico.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Efectos de la omisión de nutrientes

La eficiencia agronómica de macronutrientes evaluada en híbridos de maíz, aplicando la técnica de parcelas de omisión, indicó que con la omisión de nitrógeno N, se registraron los indicadores de producción más bajos: el peso de 200 granos (53,9 g) y grano (7,09 t ha<sup>-1</sup>). Estrictamente, la falta de N y de P, causó la menor producción de grano en comparación del resto de los tratamientos, lo que indica que la falta de un nutriente como el N impacta en desbalance de otros nutrimentos (Zamudio et al. 2015)

En investigación realizada por Hasang (2015), evaluando la producción de semilla híbrida de maíz con dos líneas homocigotas en respuesta a la técnica del elemento faltante en el cultivo de maíz, determinó que el mejor potencial de rendimiento 2 134 kg ha<sup>-1</sup>, se obtuvo con el tratamiento de omisión de azufre; además, estimó que las prioridades de fertilización fueron P>N=Mg=K>>Zn>B>>S. También encontró que la longitud y diámetro de mazorcas se redujeron al omitir la aplicación de K.

Martinez et al. (2005), evaluando la producción de semilla híbrida de maíz con cuatro líneas androfértiles y androestériles isogénicas, bajo diferentes niveles de fertilización (200-100-00 y 160-60-00) en dos densidades de siembra 83 000 y 62 500 plantas ha<sup>-1</sup>, encontraron que los niveles de fertilización y densidades no causaron diferencias significativas en sus variables; pero encontraron diferencias estadísticas entre las cuatro líneas. Los promedios de pesos de mazorca fluctuaron entre 71,93 g a 111,99 g y los pesos de semillas por mazorca fueron de 63,81 g a 89,57 g.

En investigación sobre el elemento faltante en maíz suave (INIAP-111, Guagal mejorado), se determinó que el rendimiento más bajo lo obtuvo el tratamiento de omisión de N con 2,2 t ha<sup>-1</sup> y el más alto el de fertilización completa con 4,1 t ha<sup>-1</sup>, indicativo de que el N, fue el nutriente más limitante y que el P logró un significativo incremento en el rendimiento (Parra et al. 2010).



En otro trabajo sobre omisión de nutrientes primarios (N, P, K, Mg, S) en el híbrido de maíz INIAP H-553, encontraron, diferencias estadísticas

+ significativas, donde la omisión de S con  $6,54 \text{ t ha}^{-1}$ , superó por  $1,84 \text{ t ha}^{-1}$  y  $2,26 \text{ t ha}^{-1}$ , a la omisión de N y al testigo, respectivamente. Los rendimientos logrados con la omisión de K y S ( $6,40 \text{ t ha}^{-1}$  y  $6,54 \text{ t ha}^{-1}$ ) resultaron superiores a la fertilización completa, lo que indicó que las reservas de estos elementos fueron suficientes para la nutrición del maíz, donde la secuencia de importancia en la nutrición fue  $\text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{K} > \text{S}$  (Carrillo et al. 2010).

### **2.2.2. Eficiencia agronómica (EA)**

El aumento de la demanda de alimentos, asociadas con el crecimiento de la población hace necesario un énfasis en el incremento de la producción de los cultivos. Para lograr esto, serán necesarias estrategias que permitan lograr rendimientos más altos, como el mejor manejo de la eficiencia de uso de los nutrientes (Stewart, 2007).

El manejo de nutrientes es importante para incrementar la producción de cultivos debido a que las reservas de nutrientes se están agotando a medida que la agricultura se intensifica. Por tanto, el manejo de nutrientes basados en principios científicos será la base para impulsar el logro de mayores rendimientos y la recuperación de la fertilidad química de los suelos degradados (García y Salvagiotti, 2009).

La eficiencia de uso de los nutrientes o fertilizantes describe como las plantas utilizan los nutrientes. Pueden estudiarse teniendo en cuenta el tiempo involucrado en la evaluación: corto, mediano o largo plazo, los rendimientos de los cultivos, la recuperación en planta y la extracción de nutrientes (Ciampitti y García, 2008).

Snyder y Bruulsema (2007), mencionan que existen muchas definiciones y diferentes cálculos en la eficiencia del uso de nutrientes, que requieren una interpretación cuidadosa para contribuir al uso efectivo de nutrientes en los sistemas de cultivo, citando el uso de cuatro términos que se detallan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.- Definiciones simples de eficiencia de uso de nutrientes (EUN)**

<b>Término EUN</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Ejemplos reportados</b>
FPP (Productividad parcial del factor)	$R/D$	40 a 80 unidades de grano de cereal por unidad de nutriente
EAN (Eficiencia agronómica del nutriente aplicado)	$(R-R_0)/D$	10 a 30 unidades de grano de cereal por unidad de nutriente aplicado
BPN Balance parcial del nutriente (relación de remoción a uso de nutrientes)	$U_c/D$	0 a más de 1.0: depende de la fertilidad del suelo y de los objetivos de mantenimiento de esta fertilidad
ERN (Eficiencia aparente de recuperación de nutrientes)	$(U/U_0)/D$	< 1: sistemas deficientes en nutrientes (mejoramiento de la fertilidad) 0.3 a 0.5: típica recuperación de nutriente en cereales 0.5 a 0.8: recuperación de nutrientes en cereales.

D = cantidad de nutriente aplicado (como fertilizante, residuos, etc.)

R = rendimiento de la porción cosechada del cultivo con la aplicación de nutriente

$R_0$  = rendimiento del tratamiento control sin la aplicación de nutrientes

$U_c$  = contenido de nutriente en la porción cosechada del cultivo

U = acumulación total de nutrientes en biomasa aérea del cultivo con la aplicación de nutrientes

$U_0$  = acumulación total de nutrientes en biomasa aérea del cultivo sin la aplicación de nutrientes

**Fuente: Dobermann A. (2007). Nutrient use efficiency-measurement and management.**

Por otra parte García (2008), conceptualiza la eficiencia agronómica y fisiológica como:

“Eficiencia agronómica básicamente es el número de kilogramos de grano o de producto final que se puede obtener con base en la dosis aplicada al cultivo. Eficiencia fisiológica es la cantidad de nitrógeno o de nutriente que absorbe la planta y cuánto de éste es necesario para producir un kilogramo de grano.”

El factor parcial de productividad (FPP), es la forma más simple de eficiencia de producción de cultivos y se calcula en unidades de rendimiento del cultivo por unidad de nutriente aplicado. Otro término es la Eficiencia Agronómica (EA), que se calcula en unidades de aumento de rendimiento por unidad de nutriente aplicado (Snyder y Bruulsema, 2007)

Ladha et al. (2005); citado por Snyder (2009), mencionan que la eficiencia en el uso del N proveniente de los fertilizantes (EUN) está generalmente influenciada por tres factores: 1) suministro de N del suelo, fertilizantes y otras entradas, 2) adquisición del N por el cultivo y 3) pérdidas del sistema suelo-planta.

La eficiencia de uso del N, puede mejorarse con un enfoque de los principios fundamentales de la nutrición, fuente correcta de N, en la dosis, época y localización correcta para incrementar los valores de eficiencia de recuperación de nitrógeno ( $ER_N$ ) del rango típico de menos del 50 % a 60-70 % o más. (Snyder, 2009).

Evaluando el uso eficiente del N, García y Espinosa (2009), encontraron que la EA del P (EAP) y la del K (EA K) fueron también afectadas significativamente por el N.

Considerando que el P y el K, son retenidos por el suelo, esto puede impactar en su fertilidad durante varios años después de su aplicación y también en el rendimiento de los cultivos; éste impacto se denomina efecto “residual”. En consecuencia, la eficiencia de una aplicación de estos elementos puede evaluarse para un solo ciclo de cultivo o para varios (Murrell, 2009).

Los indicadores de la EA de N-P-K, en maíz se alinean a la necesidad de optimizar el uso de los fertilizantes en esta gramínea, desde el punto de vista económico de la sustentabilidad del sistema de producción y los recursos naturales. En el caso específico del P, muchos suelos que se encuentran en el rango crítico, la aplicación del elemento a tasas similares a las que se eliminan en el cultivo, mantendrá esos niveles del suelo, lo que indica una eficiencia de recuperación de P muy alta, que a menudo se aproxima al 90% (Fixen, 2009).

Por su parte Murrell (2009), asevera que para determinar la EA del P, se debe considerar el historial de fertilización y rendimiento de los cultivos, ya que las evaluaciones a corto plazo ignoran estos factores que pueden producir valores artificiales de EA. También menciona que una aplicación individual de una dosis alta de P, produce una EA de largo plazo, esencialmente igual a la misma cantidad total de P dividida en dosis más pequeñas aplicadas anualmente.

Por otra parte, Stewart (2007), la eficiencia de N generalmente se evalúa en el corto plazo, o en un solo ciclo de crecimiento, debido a la naturaleza transitoria del N inorgánico que consiste en el potencial de volatilización, desnitrificación y lixiviación, concluyendo que la eficiencia de uso de nutrientes y sus varias expresiones, no deben confundirse con manejo efectivo de nutrientes. A menudo se pueden conseguir eficiencias más altas al reducir las dosis y sacrificar el rendimiento, pero generalmente esto no es económico o sostenible.

## **2.2. Fundamentos**

### **2.2.1. Generalidades**

El maíz (*Zea mays*), es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas (Ortigoza et al., 2019). Es una planta domesticada y ha evolucionado conjuntamente con el hombre. Se ha investigado mucho sobre el origen del maíz, y aún este tema no ha llegado a aclararse definitivamente. Existen tres teorías, la más aceptada es la del origen mexicano, debido al hallazgo de polen fósil y de mazorcas de maíz en cuevas, en zonas arqueológicas (Polania, 2006).

### **2.2.2. Características taxonómicas**

Taxonómicamente el maíz está clasificado de la siguiente manera (Ortigoza et al., 2019):

**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Liliopsida  
**Subclase:** Commelinidae  
**Orden:** Poales  
**Familia:** Gramineas.  
**Género:** *Zea*  
**Especie:** *mays*  
**Nombre Científico:** *Zea mays* L.

### **2.2.3. Características botánicas**

Las raíces son fasciculadas y robustas, su función es aportar alimento y anclaje que se refuerza con la presencia de raíces adventicias. El tallo de la planta es robusto y cilíndrico, formado por nudos y entrenudos; presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 cm de ancho por 35 a 80 cm de longitud. El maíz es una planta monoica, la flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. Está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por brácteas. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras, el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos (Deras, 2010).

### **2.2.4. Exigencias edafoclimáticas**

Requiere suelos con buen drenaje, profundos, de textura media, sin exceso de calcio y con un pH entre 6 y 7. No le son favorables los suelos arenosos ni arcillosos. El contenido de humedad del suelo debe estar entre el 70 y 75 % de la capacidad de campo. El desarrollo óptimo lo alcanza en temperaturas de 21 y 32 °C. El agua es el factor más limitante en la producción de maíz, requiere de 500 a 700 mm de precipitación, bien distribuida durante su ciclo (Lopez y Gil, 2011).

### **2.2.5. Producción de semillas mediante hibridación**

El mejoramiento genético ha sido un pilar fundamental para obtener cultivos con mejores rendimientos y adaptabilidad a las condiciones de las regiones, repercutiendo en las necesidades productivas de los agricultores; minimizando de esta manera, costos en fertilizantes y productos que pretenden solventar las carencias de la semilla. El desarrollo de híbridos en maíz con líneas endogámicas, es un método efectivo con respecto a otros cultivos, su impacto en la agricultura y en la economía ha sido grande, ya que se han desarrollado híbridos simples, dobles y triples (Vargas et al., 2012).

La producción de semilla de maíz híbrido, requiere de cruzamientos de forma deliberada, en una población de progenitores hembra con un progenitor macho en parcelas aisladas. Así, la identidad y la ubicación en el campo de las dos poblaciones progenitoras determinan el resultado desde su inicio (Macrobert et al., 2015).

Fistritzer y Kelly (1979), mencionan que uno de los factores más importantes para aumentar el potencial de rendimiento de sus cultivos y solventar la creciente demanda del mismo, es el mejoramiento genético, que ha mostrado un gran desarrollo en múltiples cultivares, con rendimientos satisfactorios.

Para Boada y Espinosa (2016), los bajos rendimientos en el maíz son consecuencia de varios factores, entre los que se destacan la utilización de material genético no apropiado, siembra tradicional que lleva a poblaciones bajas y poco uniformes, movimiento continuo del suelo para la preparación del suelo para la siembra y control de malezas.

El crecimiento vegetativo y el potencial de rendimiento del maíz, varían de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se cultive. En áreas tropicales, el efecto de la latitud y altitud sobre el clima, cumple un factor determinante en la expresión de rendimiento, ya que estas condiciones pueden cambiar a corta distancia (García y Espinosa, 2009).

#### **2.2.6. La semilla**

La semilla es una unidad que está compuesta por tejidos funcionales que están estrechamente relacionados química y físicamente, al ser el resultado de una polinización y la subsiguiente fecundación que está condicionada por los caracteres genéticos que intervinieron en dicho proceso (Paliwal, 2001).

Es la portadora del potencial genético que permite obtener una producción más alta. En el caso de variedades mejoradas pueden activar cambios y contribuyen a alcanzar los objetivos de la producción agrícola, por ende, la calidad de la semilla está estrechamente relacionada con las técnicas de producción en campo, como la fertilización, que está correlacionada con el desarrollo de la misma (CIAT, 1982).

La importancia de las semillas es reconocida como el insumo básico y más económico para todos los cultivos, ya que todos los otros insumos agrícolas pueden ser mucho más costosos. El retorno de todos esos otros insumos, está directamente influenciado por el insumo básico que son las semillas (Paliwal, 2001).

### **2.2.7. Fertilización**

En el mundo, el 33% del total de nutriente aplicado es absorbido y metabolizado por las plantas. Si se incrementara el uso eficiente de nutrientes en 1%, se produciría más de 500 millones de toneladas de alimentos, que significaría un ahorro aproximado de US \$ 235 millones. En general, el objetivo es que haya una menor pérdida de nutrientes en el campo, y eso significa un mayor uso eficiente de nutrientes (García, 2008).

Según la FAO (2000), los fertilizantes son un insumo requerido para fortalecer la productividad agrícola y como consecuencia la demanda de fertilizantes se ha incrementado sustancialmente; sin embargo, algunos países están desarrollando regulaciones en la forma de utilización de dichos insumos, teniendo que desenvolver estrategias de manejo y optimización, debido a los impactos ambientales que estos provocan.

Las estrategias orientadas a optimizar el uso de fertilizantes, deben evaluar varios índices, para determinar en el corto o largo plazo, la eficiencia de uso de nutrientes para comprender el impacto de estas estrategias en la fertilización (García y Salvagiotti, 2009).

Espinosa (2016), menciona que tradicionalmente el manejo de la nutrición se ha basado en los resultados de los análisis de suelos. Este método de diagnóstico trata de definir el manejo nutricional, teniendo en cuenta que la variabilidad del suelo está cubierta, cuando se muestrea para obtener una media de la fertilidad del lote. Sin embargo, han ido apareciendo formas particulares de manejo, que incentivan a obtener rendimientos muy altos en forma sostenida.

De esta manera, García y Salvagiotti (2009) manifiestan que las recomendaciones inherentes a la nutrición de los cultivos, deben basarse en enfoques más específicos que integren los principios fisiológicos detrás de la respuesta de los cultivos a la fertilización, con la capacidad de los suelos de suministrar nutrientes y con la eficiencia con que los cultivos utilizan los fertilizantes, teniendo en cuenta la movilidad y los efectos residuales de cada nutriente en particular.

Las situaciones de baja disponibilidad de nutrientes, y por ende, deficiencias de los mismos a nivel productivo, no ocurren de manera aislada, por lo que es necesario evaluar la respuesta a la fertilización y conocer los cambios de los niveles de nutrientes en los suelos de manera conjunta (Ferraris et al., 2012).

### **2.2.8. Nutrientes**

Los nutrientes son parte fundamental de múltiples reacciones bioquímicas que se traducen en la optimización y mejoramiento de una serie de procesos fisiológicos. Estos se dividen en dos categorías: los macro y micronutrientes, dentro de los macronutrientes están los primarios: N, P, K y los secundarios Mg, S y Ca, por otra parte está la categoría de los micronutrientes como Fe, Mn, Zn, Cu Mo, Cl y B (FAO, 2002).

### **2.2.9. Nitrógeno**

El nitrógeno (N) es el nutriente que más condiciona el crecimiento y rendimiento de los cultivos; por su importancia, debe estar provisto en las cantidades y épocas críticas para asegurar un óptimo estado fisiológico y altos rendimientos (García y Espinosa 2009). Sin embargo, este nutriente es muy susceptible a perderse de forma natural por volatilización o lixiviación, por lo que es necesario el fraccionamiento de las cantidades a ser aplicadas a fin de garantizar la mayor absorción y eficiencia (Snyder, 2009)

Este nutriente es parte fundamental de las proteínas, también interviene en las reacciones enzimáticas, es parte constituyente de los ácidos nucleicos, los cuales son los responsables del control hereditario de todos los organismos vivos (Echeverría y Sainz 2014).

En las plantas de maíz, el N es acumulado en cantidades considerables en las partes vegetativas, para después ser movilizado a los granos en crecimiento, alcanzando tasas de acumulación de 3,8 a 8,4 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> entre los estadios V5 - V6 y el panojamiento (Echeverría et al., 2014).

### **2.2.10. Fósforo**

El P es considerado uno de los nutrientes imprescindibles en la nutrición de los cultivos junto con el N y K, debido a sus cantidades requeridas como también a la frecuencia con que se presentan deficiencias. Es parte fundamental de las enzimas, ácidos



nucleicos, proteínas y está involucrado prácticamente en todos los procesos de transferencia de energía (García et al., 2014).

La alta tasa de acumulación de P en maíz se da más tarde que el N, puesto que este nutriente se mueve por difusión a la superficie de las raíces favoreciendo inicialmente a estas. Por lo tanto, para que el P no limite el rendimiento, debe estar disponible inmediatamente después de la siembra, debido a que la carencia de este nutrimento disminuye el crecimiento por causa de reducciones del desarrollo y expansión foliar minimizando significativamente la tasa de fotosíntesis (Echeverría et al., 2014)

### **2.2.11. Potasio**

El K es un macronutriente primario para las plantas, sin embargo, aunque es esencial no es metabolizados por las plantas, permaneciendo sin formar parte de moléculas orgánicas durante todo el ciclo del cultivo; no obstante, es parte de múltiples funciones dentro de las plantas como la fotosíntesis, regulación del contenido de agua, metabolismo de proteínas y activador de enzimas (Barbazán et al., 2014).

Es acumulado en grandes cantidades dentro de las plantas, llegando a un aproximado de  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  de K en la biomasa aérea en madurez fisiológica (Ciampitti et al., 2013) . Se ha observado altas tasas de asimilación del K entre los 15 a 20 días previo a la floración, debido a que este elemento es móvil dentro de las plantas, principalmente de las hojas viejas a las jóvenes; sin embargo, tiene una escasa movilidad en el tallo (Echeverría et al., 2014).

### **2.2.12. Magnesio**

El Mg es un macronutriente secundario, debido a que su déficit en los cultivos es menos frecuente que los primarios; sin embargo, es necesario en cantidades considerables para un adecuado desarrollo. Su función fisiológica de alta importancia es ser parte constituyente de la molécula de clorofila en un 20 o 30 %, el restante es parte de otras funciones como el metabolismo energético de las plantas (Vázquez y Pagani, 2014).

Las deficiencias específicas de este nutriente se concentran en las hojas bajas, por su alta movilidad dentro de la planta, presentándose una clorosis intervenal a causa de menor fotosíntesis y menor acumulación de carbohidratos (Echeverría et al., 2014).

### **2.2.13. Azufre**

El S es un nutriente fundamental en la nutrición de los cultivos, sus necesidades son equiparables a las del P, es absorbido por las plantas como sulfato y es transportado a través del xilema a la parte aérea, mediante el flujo de respiratorio. Este nutriente forma parte de proteínas y vitaminas que son parte fundamental para los procesos fisiológicos, su deficiencia es similar a la del N (Reussi et al., 2014).

### **2.2.14. Boro**

El B es un elemento poco móvil en las plantas y se concentra más en las partes basales de las plantas, es absorbido como  $H_3BO_3$ ; además, es parte fundamental de procesos como el transporte de azúcares, síntesis de sacarosa, metabolismo de ácidos nucleicos, entre otros de alta relevancia (Alarcon, 2001). Su dinámica de acumulación en maíz es muy baja durante la etapa vegetativa, pero se incrementa a partir del estadio V7 - V8, hasta la madurez fisiológica (Echeverría et al., 2014).

### **2.2.15. Parcelas de omisión**

Es una técnica que radica en determinar el grado de suplementación de nutrientes por parte de suelo a los cultivos, sin la adición de fertilizante sintético a un nutriente objetivo, pero fertilizado con cantidades no limitantes de otros nutrientes, para confirmar que la ausencia de un nutriente no limite el rendimiento del cultivo (Espinosa y García, 2009).

El suplemento de nutrientes nativos del suelo, es aquel que proviene de otras fuentes que no sean fertilizantes (materia orgánica, residuos del cultivo, agua de riego, etc.). La evaluación del aporte de los nutrientes nativos del suelo se logra mediante la técnica de las parcelas de omisión (García y Espinosa, 2009).

Por otro lado, esta técnica también permite determinar las dosis específicas de nutrientes, calculando la diferencia entre el rendimiento con el programa de fertilización

completo y la parcela con la ausencia del nutriente de interés, tomando en cuenta la respectiva eficiencia agronómica (Parra et al., 2010).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El trabajo experimental se realizó en el Lote Poza de Lagarto en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la provincia de los Ríos, cantón Mocache, en el km 5 de la vía Quevedo – El Empalme. Las coordenadas UTM son 670426 E y 9879479 N, con altura de 75 msnm.

La zona cuenta con temperatura media anual de 24,5 °C y precipitación anual promedio 1 723 mm, humedad relativa de 84,33 %<sup>1</sup>. El suelo del lote es profundo de textura franco limoso, con buen drenaje y la fertilidad se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2.- Resultados del análisis de suelo del lote experimental, ubicado en la EETP del INIAP**

Datos del Lote		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Sitio	Poza de Lagarto	mg kg <sup>-1</sup>		meq 100 mL <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>				
		8 B	34 A	0,97 A	11 A	2 M	7 B	6,3 M	11,3 A	194 A	17,9 A	0,97 M
M.O	pH	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ bases	Textura (g kg <sup>-1</sup> )			Clase textural			
%			meq 100 mL <sup>-1</sup>			Arena	Limo	Arcilla				
5,4 A	5,9 Me Ac	5,5	2,06	13,4	13,97	240	650	110	Franco-Limoso			

<sup>1</sup>, MeAc= medianamente ácido; <sup>2</sup>, A= Alto, M= medio, B= bajo.

#### 3.2. Material genético

Se utilizó como materiales de siembra de maíz<sup>2</sup>: el parental macho (línea CML 172) y el parental hembra (línea L- 21-3-1-1 COM 2), las cuales presentan las siguientes

<sup>1</sup> Fuente: Datos tomados del INAMHI, 2018.

<sup>2</sup> Fuente: Datos tomados del Informe Técnico Anual del Programa de Maíz del de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, 2008 y 2011.

características (cuadro 3):

**Cuadro 3.-Características de los parentales utilizados en la generación del nuevo híbrido simple de maíz.**

<b>Parental macho</b>	<b>CML-172</b>	<b>Parental hembra</b>	<b>L-21-3-1-1-1 COM 2</b>
Floración femenina (días):	68	Floración femenina (días):	62
Floración masculina (días):	66	Inserción de mazorca (cm):	100
Altura de planta (cm):	200	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ):	4,3
Inserción de mazorca (cm):	92		
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ):	2,3		
Severidad de cinta roja (%):	0,3		
Incidencia de cinta roja (%):	0,7		

**Fuente:** Datos registrados en los informes anuales 2008 y 2011 del Programa de maíz de la EETP del INIAP.

### 3.3. Factores de estudio

Variable dependiente: Eficiencia agronómica, comportamiento agronómico y rendimiento de los parentales del nuevo híbrido de maíz.

Variable independiente: Las omisiones de nutrientes en la fertilización de los parentales.

### 3.4. Métodos

Se aplicaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos estudiados en la investigación (cuadro 4) se detalla a continuación:

**Cuadro 4.- Tratamientos evaluados en el experimento de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.), para el Litoral ecuatoriano. Mocache, 2019**

Nº	Tratamientos	kg ha <sup>-1</sup>					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	B
T1	-N	-	46	60	44	55	1,5

T2	-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	140	-	60	44	55	1,5
T3	-K <sub>2</sub> O	140	46	-	44	55	1,5
T4	-S	140	46	60	-	55	1,5
T5	-Mg	140	46	60	44	-	1,5
T6	-B	140	46	60	44	55	-
T7	Completo	140	46	60	44	55	1,5
T8	*PFP	140	46	60	-	-	-
T9	Testigo	-	-	-	-	-	-

**\*PFP: Práctica de fertilización del productor.**

### 3.6. Diseño experimental

En este trabajo experimental se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 3.6.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el esquema indicado en el cuadro 5.

**Cuadro 5.- Análisis de la varianza, utilizado en esta investigación**

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repetición	:	3
Tratamiento	:	8
Error experimental	:	24
Total	:	35

**Elaborado por Alberto Vecilla N, 2019.**

#### 3.6.2. Características del área experimental

Las características del área experimental se describen en el cuadro 6.

**Cuadro 6.- Características del área experimental, de la investigación sobre omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.)**

<b>Descripción</b>	<b>Dimensión</b>
Ancho de parcela	: 4,8 m
Longitud de hilera	: 5,0 m
Distancia entre hileras	: 0,80 m
Área de la parcela	: 24,0 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 1321,6 m <sup>2</sup>

Elaborado por Alberto Vecilla N, 2019.

### **3.7. Manejo del ensayo.**

#### **3.7.1. Análisis del suelo.**

Antes de la siembra, se colectó una muestra compuesta de suelo, a profundidad de 0,0 m - 0,20 m, para análisis en laboratorio, donde se determinó el pH, contenido de nutrientes, materia orgánica y textura, cuyos resultados fueron indicados en el cuadro 2.

#### **3.7.2. Preparación del suelo.**

La preparación suelo se realizó con un pase de arado y dos pases cruzados de rastra, dejando el suelo en condiciones adecuadas de siembra.

#### **3.7.3. Siembra.**

Se realizó en enero 24 del 2019, usando semilla básica de maíz (parentales), proporcionada por el Programa de Maíz de la EETP, se colocó una semilla por sitio previamente tratada con Thiodicarb 0,02 L kg<sup>-1</sup> de semilla y Carboxin + Vitavax 0,03 kg kg<sup>-1</sup> de semilla, de forma preventiva al ataque de insectos tierreros y hongos del suelo, respectivamente.

El distanciamiento entre plantas fue de 0,2 m y entre hileras 0,8 m, resultando una población de 62 500 plantas ha<sup>-1</sup>.

#### **3.7.4. Control de malezas.**

Posterior a la siembra se realizó aplicación preventiva a la presencia de malezas con aplicaciones de Glifosato  $2 \text{ L ha}^{-1}$  + Pendimetalín  $3 \text{ L ha}^{-1}$  + Atrazina  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  con bomba de mochila. Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron controles manuales (con machete) entre las hileras y mecanizado (con moto guadaña) en los bordes a los 47, 82, 96 días después de la siembra (dds).

### **3.7.5. Control fitosanitario.**

Para el control de plagas y enfermedades se realizó monitoreos, mediante observación y cuando sobrepasaron los umbrales de daño, se utilizaron productos específicos para cada caso.

Se realizaron tres aplicaciones de insecticida con bomba de mochila, utilizando Diazinon ( $0,15 \text{ L ha}^{-1}$ ) a los 5 dds, Metomil  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  + Ecuafix  $0,1 \text{ L ha}^{-1}$  a los 15 dds y 34 dds. También a los 46 dds se realizó una aplicación manual de cebo, dirigido al cogollo de la planta, a base de clorpirifos  $2,5 \text{ mL kg}^{-1}$  de arena.

Se aplicó de forma preventiva el fungicida Azoxystrobin  $0,6 \text{ L ha}^{-1}$  a los 35 dds, usando bomba de motor.

### **3.7.6. Polinización asistida.**

La polinización fue manual en cada unidad experimental ejecutando dos labores:

### **3.7.7. Glasinado.**

Una vez que las inflorescencias femeninas de las plantas hembras empezaron a ser visibles (sin presencia de estigmas), en las primeras horas de la mañana (ambiente fresco) fueron cubiertas con fundas de papel impermeables (glasines); sin embargo, como no todas emergieron al mismo tiempo, esta actividad se realizó a los 51, 54, 56, 61, 62, 63 dds.

### **3.7.8. Captación de polen y fecundación manual.**

En las inflorescencias masculinas de las plantas machos, se usaron fundas impermeables de captación de polen, una vez que empezaron las panojas a liberarlo (50 % de glumas abiertas), esta labor se realizó en horas de la mañana para captar de forma eficiente todo el polen.

La fecundación fue asistida y se realizó en horas de la tarde, una vez que en las fundas de captación se receiptó la mayor cantidad de polen, procediendo a bajar las fundas, retirar los glasines de las mazorcas receptoras y simultáneamente se fecundaron cubriendo con las fundas captadoras de polen, que con ayuda de un clip se las aseguro para que permanezca fija, hasta la cosecha.

Como no todas las panojas y estigmas de las mazorcas emergieron al mismo tiempo, se realizó la fecundación en las parcelas a los 56, 61, 62, 63 y 64 dds.

### **3.7.9. Fertilización.**

El plan de fertilización estuvo basado en los niveles de los tratamientos que fueron: 140 kg ha<sup>-1</sup> N, 46 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 44 kg ha<sup>-1</sup> S, 54 kg ha<sup>-1</sup> MgO, 1,5 kg ha<sup>-1</sup> B, se usaron fuentes de los fertilizantes comerciales: urea, súper fosfato triple, muriato de potasio, sulfato de amonio, sulfato de magnesio, nitrato de magnesio y bórax.

Las aplicaciones de los fertilizantes se realizaron de manera manual, fraccionando el N en tres aplicaciones (25 %, 25 % y 50 % a los 15, 30 y 45 dds), P (a la siembra 100 %), K (100 % a los 15 dds), S y Mg dos aplicaciones (50 % y 50 % a los 15 y 30 dds) y B (100 % a los 30 dds).

### **3.7.10. Cosecha.**

La cosecha se efectuó de forma manual en cada unidad experimental a los 115 dds, colectando solo las mazorcas que se polinizaron, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica.

## **3.8. Variables a evaluadas.**

### **3.8.1. Altura de planta a cosecha.**

Esta variable se evaluó a los 107 dds, en diez plantas al azar de cada tratamiento, registrando el valor en cm, utilizando una regla graduada, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de última la hoja emergida.



### **3.8.2. Altura de inserción a la primera mazorca.**

Se registró a los 107 dds en las mismas 10 plantas donde se midió la altura, desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca y se expresó en cm.

### **3.8.3. Diámetro de tallo**

Se evaluó a los 107 dds, cuando las plantas se encontraron en estado de madurez fisiológica, se registró esta variable, en el primer entrenudo de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil, usando para el efecto un calibrador (paquímetro), este valor se expresó en mm.

### **3.8.4. Acame de raíz.**

Esta evaluación se determinó a los 112 dds contando el número de plantas por parcela que presentaron una inclinación mayor a 30° a partir de la base de la planta, y fue expresado en porcentaje (%).

### **3.8.5. Acame de tallo.**

Se realizó a los 115 dds evaluando todas las plantas de las parcelas y fue expresado en porcentaje (%), se consideró como acamadas a las plantas que presentaron una inclinación del tallo mayor de 45°.

### **3.8.6. Días a la floración masculina y femenina.**

Se realizó entre los 59 y 65 dds y se consideró los días desde la siembra hasta cuando el cultivo presentó mínimo un 50 % de panículas en los parentales masculinos y mazorca con estigma en los parentales femeninos.

### **3.8.7. Niveles de clorofila.**

Se determinó en 10 plantas al azar por tratamiento, registrando con un equipo portátil de medición de clorofila (atLEAF chlorophyll meter), en la parte central de la hoja número tres, se evaluó a los 25, 30 y 35 dds y se expresó en unidades atLEAF.

### **3.8.8. Porcentaje de mazorcas podridas.**

Se evaluó el total de mazorcas por parcela y se contaron las podridas; las cuales se relacionaron con el total de cosechadas para estimar estos porcentajes, esta evaluación se realizó a los 116 dds.

### **3.8.9. Longitud de mazorca.**

Se evaluó a los 116 dds en 10 mazorcas tomadas al azar por cada tratamiento, midiendo desde su base hasta la punta de la misma, estos valores se expresaron en cm.

### **3.8.10. Diámetro de mazorca.**

Se evaluó a los 116 dds en las mismas 10 mazorcas, se registró esta variable en la parte central de la mazorca, usando para el efecto un calibrador (paquímetro), este valor se expresó en mm.

### **3.8.11. Peso de 100 semillas.**

Se contaron 100 semillas al azar por tratamiento y se procedió a registrar su peso en una balanza portátil (marca Ohaus pro 400), expresando este valor en gramos (g), se evaluó a los 116 dds.

### **3.8.12. Días a la madurez fisiológica.**

Se realizó esta evaluación entre 96 y 106 dds, fue tomada de 5 mazorcas al azar por tratamiento verificando que no exista conexión entre el grano y la tusa, se expresó en dds.

### **3.8.13. Factor parcial de productividad.**

Estuvo basado en kg de grano cosechado por kg de nutriente aplicado. Se determinó mediante la siguiente ecuación (Dobermann, 2007):

$$FPP = \frac{PSG}{PNAP}$$

FPP = Factor parcial de productividad.

PSG= Peso seco de grano cosechado.

PNAP= Peso de nutriente aplicado

### **3.8.14. Eficiencia agronómica por nutriente.**

Estuvo basado en kg de aumento en la producción por kg de nutriente aplicado, determinando con la ecuación (Dobermann, 2007):

$$EA = \frac{(R - R0)}{D}$$

EA = Eficiencia agronómica.

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente.

R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente.

D= Cantidad del nutriente aplicado.

### 3.8.15. Rendimiento por hectárea.

Se determinó del peso fresco de grano cosechado en cada tratamiento y posteriormente se ajustó la humedad al 14%, con la siguiente fórmula (Azcon y Talon, 2013).

$$\text{Rend. (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{Pc(100-Hc)}{(100-Hd)} \times \frac{46\ 875}{\text{pl. cosechadas}}$$

Pc = Peso de grano en campo (kg)

Hc = Humedad del grano cosechado (%)

Hd = Humedad deseada (%)

### 3.8.16. Análisis económico

Obtenido los rendimientos y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos en relación a su beneficio/costo y tasa de retorno marginal (Carrillo, 2000).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de planta

Los resultados de la altura de la planta de maíz se presentan en el cuadro 7, donde se determinó un promedio de 184 cm, con un bajo coeficiente de variación de 5,86 %. La mayor altura se encontró con el tratamiento PFP (194 cm) y la menor en el tratamiento testigo (170 cm) seguido por el tratamiento de omisión de N, que alcanzó 173 cm; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Las alturas que se presentaron en este trabajo, concuerdan con Chavez (2015), quien reportó que la omisión de N registró la menor altura de planta con 131 cm, aunque utilizó una variedad de maíz y un clima con temperaturas relativamente bajas, esto corresponde con Below (2002) quien afirma que la limitación del N, causa una reducción en el crecimiento de la planta de maíz.

**Cuadro 7.-** Altura de planta (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019

Nº	Tratamientos	Altura de planta
	<b>Fertilización</b>	<b>cm</b>
T1	PKSMgB (-N)	173
T2	NKSMgB (-P)	183
T3	NPSMgB (-K)	183
T4	NPKMgB (-S)	190
T5	NPKSB (-Mg)	193

T6	NPKSMg (-B)	185
T7	NPKSMgB	183
T8	*PFP: NPK	194
T9	Testigo	170
<b>Promedio</b>		184
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		5,86

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.2. Altura de inserción de mazorca.

Esta variable no presentó significancia estadística al efecto de omisión de nutrientes, con un promedio de 97 cm y un coeficiente de variación de 13,31 % (Cuadro 8). El tratamiento con omisión de P, presentó la mayor altura de planta con 112 cm a diferencia de la omisión de N que mostró la menor altura de mazorca con 85 cm. Las alturas que se presentaron en este trabajo, fueron menores las encontradas por Hasang (2015) y coinciden con que la omisión de N provoca la menor altura de inserción de mazorca (90 cm). Por otra parte, Aimar et al. (2012) indicaron que el N por sus funciones en la fisiología de las plantas, es un elemento esencial para su crecimiento y desarrollo; por lo tanto, su omisión puede generar plantas pequeñas, con reducción sustancial de la altura de mazorca.

**Cuadro 8.-** Altura de inserción de la primera mazorca (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019

Nº	Tratamientos	Altura de mazorca
	Fertilización	cm
T1	PKSMgB (-N)	85
T2	NKSMgB (-P)	112
T3	NPSMgB (-K)	101
T4	NPKMgB (-S)	96
T5	NPKSB (-Mg)	102
T6	NPKSMg (-B)	102

T7	NPKSMgB	92
T8	*PFP: NPK	97
T9	Testigo	86
<b>Promedio</b>		97
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		13,31

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N. 2019.

#### 4.3. Diámetro de tallo.

Para la variable de acame de tallo, se observa alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 5,34 %, donde se determinó un promedio de 20,93 mm (cuadro 9). La mayor reducción diámetro de tallo se encontró con el tratamiento de omisión de N con 19 mm; no obstante, la omisión de Mg obtuvo el mayor diámetro con 22 mm, que resultó estadísticamente igual a los tratamientos de omisión de P, K, S, Mg, B y PFP. Remache, (2016) reportó datos similares, indicando que con la omisión de N se obtuvo el menor diámetro de tallo (17 mm). Estos efectos son debidos a que al incrementar la disponibilidad de N, aumenta también el crecimiento y vigor de la planta; en tanto que, la deficiencia resulta en plantas pequeñas, tallos débiles y color pálido (Below, 2002).

**Cuadro 9.- Diámetro de tallo (mm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

N°	Tratamientos	Diámetro de tallo	
		mm	
	<b>Fertilización</b>		
T1	PKSMgB (-N)	19	<sup>2</sup> C
T2	NKSMgB (-P)	21	AB
T3	NPSMgB (-K)	22	A
T4	NPKMgB (-S)	22	A
T5	NPKSB (-Mg)	22	A
T6	NPKSMg (-B)	21	ABC
T7	NPKSMgB	21	BC

T8	*PFP: NPK	21	ABC
T9	Testigo	18	BC
<b>Promedio</b>		20,93	
<b>Significancia estadística</b>		1**	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		5,34	

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, \*\* = Alta significancia.

<sup>2</sup>, Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.4. Acame de tallo

Los datos de acame de tallo se observan en el cuadro 10, donde se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas, con un coeficiente de variación de 22,12 % y promedio de 19,80 %. El mayor porcentaje de acame de tallo se encontró con el tratamiento de omisión de N (28,71 %), que resultó estadísticamente igual a los tratamientos de omisión de P, K, B, Mg, B, PFP y testigo, el menor porcentaje fue con la omisión de K (13,55 %). Estos resultados son corroborados por Rodriguez y Florez (2004), quienes afirman que una de las funciones más importantes del N es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca, debido a que favorece el desarrollo del tallo; siendo que con una limitación en este nutriente, puede repercutir en tallos endebles.

**Cuadro 10.- Acame de tallo (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Nº	Tratamientos	Acame de tallo	
Fertilización		%	
T1	PKSMgB (-N)	28,71	<sup>2</sup> A
T2	NKSMgB (-P)	18,54	AB
T3	NPSMgB (-K)	13,55	B
T4	NPKMgB (-S)	14,91	B
T5	NPKSB (-Mg)	20,00	AB
T6	NPKSMg (-B)	20,62	AB

T7	NPKSMgB	17,27	B
T8	*PFP: NPK	22,92	AB
T9	Testigo	21,69	AB
<b>Promedio</b>		19,80	
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> **	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		22,12	

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, \*\* = Alta significancia.

<sup>2</sup>, Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019

#### 4.5. Acame de raíz

En la evaluación de promedios de acame de raíz presentados en el cuadro 11 se observa diferencias estadísticas altamente significativas, encontrando un promedio de 2,92 % y coeficiente de variación de 30,52 %. El mayor porcentaje de acame de raíz se encontró con omisión de N (5,86 %) que estadísticamente fue igual al tratamiento testigo y el menor porcentaje resultó con la omisión de B (1,68 %). Estos valores pueden ser debidos a que se está trabajando con un material genético puro, cuyas características fisiológicas normalmente son deficientes (Hasang, 2015).

**Cuadro 11.- Acame de raíz (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Nº	Tratamientos	Acame de raíz	
	Fertilización	%	
T1	PKSMgB (-N)	5,86	<sup>2</sup> A
T2	NKSMgB (-P)	1,95	C
T3	NPSMgB (-K)	2,51	BC
T4	NPKMgB (-S)	1,72	C
T5	NPKSB (-Mg)	2,20	C
T6	NPKSMg (-B)	1,68	C
T7	NPKSMgB	3,66	BC
T8	*PFP: NPK	2,17	C
T9	Testigo	4,49	AB



<b>Promedio</b>	2,92
<b>Significancia estadística</b>	<sup>1</sup> **
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	30,52

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, \*\* = Alta significancia.

<sup>2</sup>, Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.6. Días a la floración masculina y femenina.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para la floración masculina en la línea CML 172 y femenina en la línea L 21-3-1-1 COM 2 (Cuadro 12), donde se determinó que el promedio fue 63 y 60 dds de la floración masculina y femenina respectivamente, con un bajo coeficiente de variación de 1,76 y 2,43 %.

Se estableció que la mayor cantidad de días a la floración masculina en la línea CML 172 resultó con la omisión P y S con 64 dds; por otra parte, el tratamiento completo obtuvo el menor promedio de días de floración masculina (62 dds).

Los días a la floración femenina que se presentó con la omisión de N (61 dds) fue la mayor, si comparada con los de la omisión de K y S que se consiguió con un promedio de 60 dds. Estos resultados concuerdan con Hasang (2015) debido a que encontró que con la omisión de P resultó incrementó la cantidad días a floración masculina con 63 dds, concluyendo que la omisión de elementos nutrientes, no afectan los días de floración del cultivo de maíz.

**Cuadro 12.- Días a la floración masculina y femenina (dds), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

N°	Tratamientos	Días a la Floración ( <sup>2</sup> dds)	
		Masculina	Femenina
	<b>Fertilización</b>		
T1	PKSMgB (-N)	64	61
T2	NKSMgB (-P)	64	60
T3	NPSMgB (-K)	63	60
T4	NPKMgB (-S)	64	60
T5	NPKSB (-Mg)	63	60
T6	NPKSMg (-B)	63	61
T7	NPKSMgB	62	60
T8	*PFP: NPK	63	60
T9	Testigo	62	60
	<b>Promedio</b>	63	60
	<b>Significancia estadística</b>	<sup>1</sup> NS	<sup>1</sup> NS
	<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1,76	2,43

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo

<sup>2</sup>, dds= días después de la siembra

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.7. Niveles de clorofila.

En el cuadro 13 se presentan los niveles de clorofila, donde se encontró que los promedios generales a los 25, 30 y 35 dds, fueron de 45,14, 45,51 y 45,14 unidades atLEAF respectivamente, encontrando diferencias estadísticas significativas por efecto de las omisiones y con coeficientes de variación de 6,06, 5,05 y 4,97 %, en su orden.

Los mayores niveles de clorofila se registraron en los tratamientos: PFP= 48,05, -B=47,44 y -K=46,86 unidades atLEAF a los 25, 30 y 35 dds, respectivamente, siendo que los menores niveles de clorofila se obtuvieron con la omisión de N (36,68, 39,55 y 39 unidades atLEAF), a los 25, 30 y 35 dds, en su orden. Los niveles de clorofila obtenidos en este trabajo, son semejantes a los encontrados por Tadeo et al. (2010) quienes mencionan que con la omisión de N obtuvieron el menor promedio (38,3 unidades atLEAF) y fueron similares a los reportados por Chavez, (2015) quien encontró valores más bajos de también con la omisión de N (32,03 unidades atLEAF). Estos resultados que muestran que la omisión de N afecta los contenidos de clorofila, se relacionan con lo mencionado por la FAO (2000) quien afirma que el N es un componente importante de la clorofila, proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes de las plantas.

**Cuadro 13.- Niveles de clorofila (unidades atLEAF), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

N°	Tratamientos Fertilización	Unidades atLEAF					
		<sup>2</sup> dds					
		25		30		35	
T1	PKSMgB (-N)	36,68	<sup>3</sup> B	39,55	<sup>3</sup> B	39,00	<sup>3</sup> B
T2	NKSMgB (-P)	47,68	A	44,54	A B	46,81	A
T3	NPSMgB (-K)	47,09	A	47,06	A	46,86	A
T4	NPKMgB (-S)	44,85	A	47,29	A	45,55	A
T5	NPKSB (-Mg)	44,04	A	47,06	A	45,29	A
T6	NPKSMg (-B)	46,07	A	47,44	A	44,70	A
T7	NPKSMgB	46,56	A	46,59	A	46,72	A
T8	*PFP: NPK	48,05	A	46,39	A	45,86	A
T9	Testigo	45,25	A	43,69	A B	45,48	A
<b>Promedio general</b>		45,14		45,51		45,14	
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> **		<sup>1</sup> **		<sup>1</sup> **	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		6,06		5,05		4,97	

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, \*\* = Alta significancia.

<sup>2</sup>, dds= días después de la siembra

<sup>3</sup>, Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.8. Porcentaje de mazorcas podridas.

Observando los resultados que se presentan en el cuadro 14, esta variable no presentó diferencias estadísticas significativas, con promedio de 42,25 % y coeficiente de variación de 25,94 %.

La omisión de S provocó un elevado porcentaje de pudrición alcanzando el 56 % a diferencia de la omisión de Mg que registró el menor promedio de mazorcas podridas con 34,25 %. Estos resultados relativamente elevados de pudrición, se ocasionaron por el exceso de precipitaciones en los meses de abril – mayo, llegando a un valor acumulado de 901,6 mm (Gráfico 5).

**Cuadro 14.- Porcentaje de mazorcas podridas (%), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

N°	Tratamientos	Mazorcas podridas
	Fertilización	%
T1	PKSMgB (-N)	38,25
T2	NKSMgB (-P)	38,00

T3	NPSMgB (-K)	37,50
T4	NPKMgB (-S)	56,00
T5	NPKSB (-Mg)	34,25
T6	NPKSMg (-B)	49,50
T7	NPKSMgB	42,25
T8	*PFP: NPK	44,25
T9	Testigo	40,25
<b>Promedio general</b>		42,25
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		25,94

\*PFP: Parcela de fertilización del productor  
<sup>1</sup>, NS = No significativa

Fuente: Investigación de campo  
 Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.9. Longitud de mazorca.

Los diferentes tratamientos evaluados resultaron con diferencias estadísticas no significativas, se determinó un promedio de 15 cm, con un coeficiente de variación de 9 % (Cuadro 15). La mayor longitud de mazorca se encontró con la omisión de Mg (16 cm); por otra parte, el testigo y la omisión de B (14 y 14 respectivamente) resultaron con los valores más bajos para esta variable.

**Cuadro 15.- Longitud de mazorca (cm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Nº	Tratamientos	Longitud de mazorca
	<b>Fertilización</b>	<b>cm</b>
T1	PKSMgB (-N)	15
T2	NKSMgB (-P)	15

T3	NPSMgB (-K)	16
T4	NPKMgB (-S)	15
T5	NPKSB (-Mg)	16
T6	NPKSMg (-B)	14
T7	NPKSMgB	15
T8	*PFP: NPK	15
T9	Testigo	14
<b>Promedio general</b>		15
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		9

**\*PFP: Parcela de fertilización del productor**

<sup>1</sup>, NS = No significativo

**Fuente: Investigación de campo**

**Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.**

#### **4.10. Diámetro de mazorca**

La variable, diámetro de mazorca no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 16). Resultó con un promedio de 36 mm, con coeficiente de variación de 7,53 %. La fertilización completa obtuvo el mayor diámetro (39 mm) superando en 4 mm al menor diámetro encontrado con la omisión de N (35 mm). Esta tendencia, no coincide con Remache (2016), quien reportó promedios más bajos de

diámetro de mazorcas (17 mm), cuando se omitía N, considerando que estos resultados fueron conseguidos con un híbrido promisorio y en época seca.

**Cuadro 16.- Diámetro de mazorca (mm), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

	<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro de mazorca</b>
Nº	<b>Fertilización</b>	<b>mm</b>
T1	PKSMgB (-N)	35
T2	NKSMgB (-P)	35
T3	NPSMgB (-K)	36
T4	NPKMgB (-S)	36
T5	NPKSB (-Mg)	35
T6	NPKSMg (-B)	36
T7	NPKSMgB	39
T8	*PFP: NPK	36
T9	Testigo	37
	<b>Promedio general</b>	36
	<b>Significancia estadística</b>	<sup>1</sup> NS
	<b>Coefficiente de variación (%)</b>	7,04

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativa

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### **4.11. Peso de 100 semillas.**

El peso de 100 semillas se presenta en el cuadro 17, donde se observa que no hay significancias estadísticas significativas, mostrando un promedio de 24 g, con un bajo coeficiente de variación (11,5 %). El mayor peso se encontró con la omisión de B (27 g) y el menor en la omisión de P (22 g). Este resultado concuerda con Berger (2010) que indica

que la limitación de P en el cultivo de maíz, afecta el desarrollo y formación de la mazorca.

**Cuadro 17. Peso de 100 semillas (g), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

<b>Tratamientos</b>		<b>Peso de 100 semillas</b>
<b>N.º</b>	<b>Fertilización</b>	<b>g</b>
T1	PKSMgB (-N)	24
T2	NKSMgB (-P)	22
T3	NPSMgB (-K)	23
T4	NPKMgB (-S)	23
T5	NPKSB (-Mg)	25
T6	NPKSMg (-B)	27
T7	NPKSMgB	26
T8	*PFP: NPK	23
T9	Testigo	23
<b>Promedio general</b>		24
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		11,5

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.12. Días a la madurez.

En esta variable se no presentaron diferencias estadísticas significativas, con un promedio de 100 dds y coeficiente de variación de 2,89 % (Cuadro18).

Los resultados indican que la fertilización completa registro 103 dds siendo mayor en cinco días a los tratamientos de omisión de N, B y Testigo los que obtuvieron el menor número de días a la cosecha.

**Cuadro 18. Días a la cosecha (dds), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

<b>Tratamientos</b>		<b>Días a la cosecha</b>
<b>N.º</b>	<b>Fertilización</b>	<sup>2</sup> <b>dds</b>
T1	PKSMgB (-N)	98
T2	NKSMgB (-P)	100
T3	NPSMgB (-K)	99
T4	NPKMgB (-S)	101
T5	NPKSB (-Mg)	102
T6	NPKSMg (-B)	98
T7	NPKSMgB	103
T8	*PFP: NPK	101
T9	Testigo	98
<b>Promedio general</b>		100
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		2,89

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo.

<sup>2</sup>, dds= días después de la siembra

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

#### 4.13. Factor parcial de productividad.

Esta dada por la relación entre los kg de grano cosechado y los kg de elemento aplicado, descrito a continuación en el cuadro 19:



Cuadro 19.- Factor parcial de productividad ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019

Tratamiento	N	P	K	S	Mg	B	
	(kg de grano cosechado / kg elemento aplicado)						
PKSMgZnB(-N)	0,00	29,59	<sup>3</sup> AB	22,69	30,94	24,75	907
NKSMgZnB (-P)	10,49	0,00		24,49	33,39	26,71	979
NPSMgZnB (-K)	10,40	31,64	AB	0,00	33,08	26,46	970
NPKMgZnB (-S)	12,02	36,58	AB	28,05	0,00	30,60	1121
NPKSZnB (-Mg)	7,83	23,83	B	18,27	24,91	0,00	730
NPKSMgZn (-B)	14,95	45,50	A	34,89	47,57	38,06	0,00
NPKSMgZn (FC)	13,28	40,40	AB	30,98	42,24	33,79	1239
*PFP	8,04	24,48	B	18,77	0,00	0,00	0,00
Testigo	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	8,56	25,78		19,79	23,57	20,04	661,01
Significancia estadística	<sup>2</sup> NS	<sup>1</sup> *		NS	NS	NS	NS
Coefficiente de variación (%)	29,83	24,94		29,03	33,43	31,73	33,08

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, \* = significativo

<sup>2</sup>, NS= no significativo

<sup>3</sup>, Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

Fuente Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N. 2019.

**Nitrógeno.** – El FPP de N, no presentó diferencias estadísticas significativas por efecto de la omisión de nutrientes, observando que el mayor efecto ocurrió con la omisión de B, donde se encontró un FPP de 14,95 superior en 7,12 al de omisión de Mg que resultó el menor. Este efecto indica que con la aplicación de cada kg este B, se reduce en 11,17 % el FPP del N en relación al de FC: Contrario a esto sucede con la omisión de Mg por efecto de su aplicación, se incrementa el FPP del N en 41,03 %. Estos resultados coinciden con los encontrados por Hasang (2015) quien con la omisión de B, reportó un FPP de 10,8  $\text{kg kg}^{-1}$  N; por otra parte, difiere con los citados por Carrillo et al. (2010), quienes en Santo Domingo (zona diferente a la de este estudio) encontraron que con la omisión de S, se consiguió un FPP de 46,74  $\text{kg kg}^{-1}$  de N.

**Fósforo.** – Para este elemento, el FPP presentó diferencias estadísticas significativas, así con la omisión de B se consiguió 45,50  $\text{kg kg}^{-1}$  P, indicando que el efecto de la aplicación del elemento, reduce en 11,02 % el FPP de P, en función del tratamiento de FC. Este efecto fue estadísticamente diferente al observado con la omisión de Mg que obtuvo los valores más bajos de FPP de P con 23,83  $\text{kg kg}^{-1}$ , por lo tanto, la aplicación de

Mg provoca un incremento en el FPP del P de 41,03 %. Estos resultados fueron menores a los indicados por Figueroa (2016), quien muestra que con la omisión de Mg obtuvo mayor FPP (89,82 kg kg<sup>-1</sup> P) para suelos de la zona de Vinces. Por su parte Hasang (2015) presenta que la FC resultó más eficiente para este nutriente con 37,6 kg kg<sup>-1</sup>.

**Potasio.** – El FPP de este nutriente no presenta diferencias estadísticas significativas, donde con la omisión de B, se consiguió el mayor FPP (34,89 kg kg<sup>-1</sup> K), indicando reducción del 12,62 % de grano cosechado por kg de K aplicado con la adición de B, en relación al FC. El menor FPP de K resultó con la omisión de Mg (18,27 kg kg<sup>-1</sup>), siendo que con su aplicación se produce un incremento en FPP de K de 41,02 %. El FPP de K encontrado en esta investigación es similar con el reportado por Hasang (2015), debido a que su mejor FPP de K, obtuvo con la omisión de B (25,2 kg kg<sup>-1</sup> K).

**Azufre.** - Para este nutriente, el FPP no presentó variaciones estadísticas significativas; mas, la omisión de B con 47,57 kg kg<sup>-1</sup> de S aplicado, resultó el mayor valor de FPP; esto implica que, con la aplicación de B se verá reducido en 42,02 % el FPP de S, en función de FC. Contrario a esto sucede cuando se omite Mg que obtuvo el menor FPP con 24,29 kg kg<sup>-1</sup> S. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Hasang (2015) quien en parentales de maíz encontró que la omisión de B provocó el mayor FPP (34,4 kg kg<sup>-1</sup>); por otra parte, estos resultados no concuerdan con Carrillo et al. (2010), quienes en Santo Domingo y en el híbrido INIAP H-553 encontraron 193,77 kg kg<sup>-1</sup> S con -K.

**Magnesio.** - Para este nutriente, no se reportaron diferencias estadísticas significativas en el FPP, resultando que el tratamiento con omisión de B (38,06 kg kg<sup>-1</sup>), tuvo el mayor FPP de Mg, mostrando disminución de 12,63 % en el FPP de Mg por la aplicación de B, cuando comparado con el tratamiento de fertilización completa. También, se aprecia que la omisión de N afectó el FPP de Mg, presentando el valor más bajo (24,75 kg kg<sup>-1</sup> Mg). Por lo tanto, la aplicación de N incrementa el FPP de Mg en 26,75 % en relación al tratamiento de FC. Estos FPP encontrados en la investigación fueron diferentes a los reportados por Figueroa (2016) en Vinces donde obtuvo el mayor FPP de Mg con la omisión de P con 252,60 kg kg<sup>-1</sup>.

**Boro.** - Se observa que el FPP de este nutriente no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde con la fertilización completa se consiguió 1239 kg kg<sup>-1</sup> B y resultó ser el mayor; por otra parte, la omisión de Mg presentó el valor más bajo

de FPP de B con 730 kg kg<sup>-1</sup>, esto indica que si se aplica Mg el FPP de B se incrementa en 41,08 %.

#### 4.14. Eficiencia agronómica por nutriente.

En el cuadro 20 se observan los promedios de eficiencia agronómica basado en kilogramo de aumento en la producción por kilogramo de nutriente aplicado (kg kg<sup>-1</sup>).

**Cuadro 20.- Eficiencia agronómica por nutriente (kg kg<sup>-1</sup>), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Tratamiento	N	P	K	S	Mg	B
	(kg aumento de producción / kg elemento aplicado)					
PKSMgZnB (-N)	0,00	-10,81	-8,29	-11,30	-9,04	-331,55
NKSMgZnB (-P)	-2,78	0,00	-6,49	-8,85	-7,08	-259,55
NPSMgZnB(-K)	-2,88	-8,77	0,00	-9,16	-7,33	-268,84
NPKMgZnB (-S)	-1,26	-3,82	-2,93	0,00	-3,19	-117,14
NPKSZnB (-Mg)	-5,45	-16,57	-12,71	-17,33	0,00	-508,24
NPKSMgZn (-B)	1,68	5,10	3,91	5,33	4,27	0,00
NPKSMgZnB (FC)	3,55	8,46	6,72	3,99	13,86	-156,39
*PFP	-5,23	-15,92	-12,21	0,00	0,00	0,00
Testigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Promedio</b>	0,49	5,64	0,77	4,59	2,49	192,40
<b>Máximo</b>	3,55	8,46	6,72	5,33	13,86	-508,24
<b>Mínimo</b>	-5,23	-16,57	-12,71	-17,33	-9,04	-117,14

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

**Nitrógeno.** - La mayor EA del N (3,55 kg de aumento de grano kg<sup>-1</sup> de N aplicado) se consiguió con el tratamiento de FC, seguido de la omisión de B con (1,68 kg kg<sup>-1</sup> N), siendo afectada negativamente en mayor grado con la omisión de Mg que presentó una EA de N de -5,45 kg kg<sup>-1</sup>, que significa una pérdida de 9 kg kg<sup>-1</sup> de EA de N, que corresponde al 253,52 %. El valor de EA, obtenido en esta investigación, es bajo con respecto a las medias entre 10 y 30 unidades de grano de cereal por unidad de N aplicado mencionadas por Snyder y Bruulsema (2007). En cuanto al porcentaje de reducción de EA, los valores encontrados por Hasang (2015) indicaron que la omisión de P redujo en 99,2 % la eficiencia del N, efecto que resultó muy inferior a la obtenida en esta investigación con el Mg.

**Fósforo.** - El P, al igual que N, resultó que el tratamiento de FC mostró el mayor valor de EA (8,46 kg kg<sup>-1</sup> P), seguido de la omisión el B con 5,10 kg kg<sup>-1</sup> de P, que se ve mayormente reducido en 25,03 kg kg<sup>-1</sup> (295,86 %) con la omisión de Mg que presentó EA de P de -16,57 kg kg<sup>-1</sup>. Estos resultados no concuerdan con Carrillo et al. (2010) quienes indicaron reducción de la eficiencia del P de 0,6 kg kg<sup>-1</sup> (75%) con la omisión de Mg, en Santo Domingo en un suelo diferente.

**Potasio.** - La máxima EA de este elemento, se encontró en el tratamiento de Fertilización completa con 6,72 kg de aumento de rendimiento por kg de K aplicado, mientras que con la omisión de Mg fue el más bajo con -12,71 kg kg<sup>-1</sup> K; reduciendo en 19,43 kg kg<sup>-1</sup> K (289,13 %). Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Figueroa (2016) que reportó disminución de 2,92 kg kg<sup>-1</sup> en la omisión de S; más, se relacionan con los valores mostrados por Hasang (2015), en su trabajo con omisión de nutrientes que reportó una disminución en la EA de 10,39 kg kg<sup>-1</sup> K en el tratamiento de omisión de Mg.

**Azufre.** - En el tratamiento de omisión de B mostró una EA de S de 5,33 kg kg<sup>-1</sup>, que resultó la más alta; por otra parte, la menor EA se obtuvo con la omisión de Mg (-17,33 kg kg<sup>-1</sup> S), lo que indica que tiende a disminuir en 22,66 kg kg<sup>-1</sup> S (425,14 %) seguido del tratamiento (-N) con disminución de 16,66 kg kg<sup>-1</sup> S (312,57 %). Esto difiere con lo encontrado por Carrillo et al. (2010) quienes reportaron que el tratamiento de omisión de N redujo la eficiencia del S en 51,32 kg kg<sup>-1</sup>; más, están cercanos a los valores encontrados por Figueroa (2016) quien afirma que el tratamiento con omisión de Mg produjo una reducción de 14,1 kg kg<sup>-1</sup> S.

**Magnesio.** - La mayor eficiencia agronómica del Mg, se encontró con el tratamiento de FC con 13,86 kg kg<sup>-1</sup> Mg; por otra parte, el tratamiento con omisión de N redujo mayormente la EA del S, presentando -9,04 kg kg<sup>-1</sup> de Mg; por lo tanto, mostró una reducción de 22,9 kg por cada kilo de S aplicado, equivalente a 165,22 %. Los presentes resultados no concuerdan con los reportados por Carrillo et al. (2010) quienes obtuvieron reducción de 12,28 kg kg<sup>-1</sup> Mg en el tratamiento -N en suelos de Santo Domingo; por otra parte, Hasang (2015) encontró que con la omisión de N registró disminución en la EA del Mg de 10,6 kg kg<sup>-1</sup>.

**Boro.** - Para este nutriente, las eficiencias resultaron negativas para todos los elementos omitidos, se observó la menor disminución con el tratamiento de omisión de S con valores de  $-117,14 \text{ kg kg}^{-1}$ , viéndose reducida aún más su eficiencia con la omisión de Mg con  $-508,24 \text{ kg kg}^{-1}$  B. Estos valores no coinciden con los obtenidos por Hasang (2015) quien reportó que con omisión de N hubo reducción de  $300 \text{ kg kg}^{-1}$  B.

#### 4.15. Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

El rendimiento obtenido en esta investigación no presentó diferencias estadísticas significativas, por efecto de las omisiones de nutrientes, encontrando el CV de 28,60% (Cuadro 21). Sin embargo, el tratamiento con omisión de B ( $2\ 093 \text{ kg ha}^{-1}$ ) fue el más alto, y el más bajo con omisión de Mg con  $1\ 096 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla; estos valores presentan similitud a los obtenidos por Hernandez et al. (2010), quienes promediaron los  $1\ 707 \text{ kg ha}^{-1}$  en 17 líneas de parentales de maíz; mas, son ligeramente inferiores a los reportados por Hasang (2015) que cosechó  $2\ 134 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla de híbrido promisorio.

**Cuadro 21.- Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays L.*). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Tratamientos		Rendimiento
N.º	Fertilización	$\text{kg ha}^{-1}$
T1	PKSMgB (-N)	1 361
T2	NKSMgB (-P)	1 469
T3	NPSMgB (-K)	1 455
T4	NPKMgB (-S)	1 683
T5	NPKSB (-Mg)	1 096
T6	NPKSMg (-B)	2 093
T7	NPKSMgB	1 859
T8	*PFP: NPK	1 126
T9	Testigo	1 489
<b>Promedio</b>		1 515
<b>Significancia estadística</b>		<sup>1</sup> NS
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		28,60

\*PFP: Parcela de fertilización del productor

<sup>1</sup>, NS = No significativo.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N. 2019.

#### 4.16. Análisis económico

En el cuadro 22, se aprecian los tratamientos no dominados formados por el tratamiento testigo y el de omisión de B; donde con este último tratamiento, se encontró presentó un costo variable de \$ 485 y el mayor beneficio neto \$5 166. Con estos valores se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal (292,59 %), que indica que por cada \$ 100 invertidos en el tratamiento, retornarán \$ 292,59.

Cuadro 22.- Análisis de la tasa de retorno marginal de tratamientos no dominados, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019

Tratamiento		Costo variables	Beneficio neto	<sup>1</sup> C.V. Marginal	<sup>2</sup> B.N Marginal	<sup>3</sup> TRM
<b>Fertilización</b>	<b>Omisión</b>			\$		%
Testigo	--	69,70	3 951	415	1 215	292,59
NPKSMg	B	485,07	5 166			

<sup>1</sup>, C. V= Costos variables.

<sup>2</sup>, B. N= Beneficios netos.

<sup>3</sup>, TRM= Tasa de Retorno Marginal.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por Alberto Vecilla N. 2019

## V. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en las variables evaluadas, se llega a concluir que:

El rendimiento potencial de producción de semilla en la formación de este nuevo híbrido simple de maíz, fue de 2 093 kg ha<sup>-1</sup>.

El Mg es el elemento que limita en mayor proporción el rendimiento de semilla del nuevo híbrido promisorio de maíz en la zona de Mocache, cuya ausencia en el plan de fertilización provocaría disminución del 41,04%.

El mayor rendimiento de semilla, se consigue con la omisión de B (2 093 kg ha<sup>-1</sup>) esto debido a que su presencia en el plan de fertilización, provoca disminución de hasta el 42,02 % en el FPP y 425,14 % de EA de los elementos estudiados, así como también disminuye el peso de 100 semillas.

Según el rendimiento de semilla, las prioridades de fertilización de los parentales del híbrido de maíz, tuvo la secuencia de Mg>N>K=P>S>>B.

El N es el elemento que más limita el desarrollo de los parentales de híbrido de maíz, al afectar la mayoría de las variables agronómicas evaluadas.

El tratamiento con omisión de B resultó el más económico, al presentar una tasa de retorno marginal de 292,59%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Según los resultados y las conclusiones obtenidas en la investigación, se recomienda que:

Para la producción de semilla del nuevo híbrido de maíz, se debe aplicar nitrógeno, por ser fundamental en distintas etapas de desarrollo de los parentales estudiados.

Repetir este trabajo de investigación en otros ambientes o épocas de siembra.

Realizar una investigación con la semilla obtenida, para verificar los efectos de la limitación de nutrientes, sobre la progenie F1 del nuevo híbrido de maíz.



## VII. RESUMEN

El maíz es una gramínea muy conocida a nivel mundial por sus granos y productos derivados que se pueden obtener a partir de su cultivo, es de gran importancia económica, social y alimenticia. En el Ecuador en el 2018 se sembró un área aproximada de 262 351 ha de maíz duro con promedio nacional de 5,62 t ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos del maíz dependen fundamentalmente de las características genéticas y de sus requerimientos nutricionales. Con la técnica de las parcelas de omisión de nutrientes, se consigue ajustar recomendaciones nutricionales de acuerdo a las necesidades del cultivo de cada sitio, induciendo a un incremento del rendimiento; por esta razón, esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el impacto de la omisión de nutrientes en la formación de un híbrido de maíz, sobre su desarrollo y rendimiento. Para la evaluación se contó con seis tratamientos de omisión de N, P, K, Mg, S, y B, más un tratamiento de fertilización completa, un tratamiento basado en la aplicación de un agricultor y un testigo absoluto, cuyos datos fueron analizados usando el diseño de bloques completos al azar y los promedios diferenciados mediante la prueba de Tukey al 5%. Se evaluaron las variables: altura de planta e inserción de mazorca, diámetro de tallo, porcentaje de acame, diámetro y longitud de mazorca, peso de cien semillas, rendimiento, eficiencia agronómica y factor parcial de productividad. Los resultados obtenidos mostraron que el mayor rendimiento se consiguió con la omisión de B con 2 093 kg ha<sup>-1</sup>. Se determinó que las prioridades de fertilización de los parentales de maíz utilizados en esta investigación, tuvo la secuencia de Mg>N>K=P>S>>B. También se determinó que la omisión del N, provocó disminución en el porcentaje de clorofila, altura de planta e inserción de mazorca y diámetro de tallo.

**Palabras claves:** parentales, eficiencias nutricionales, parcelas de omisión, rendimiento.

## VIII. SUMMARY

Corn is a grass well known worldwide for its grains and derived products that can be obtained from its cultivation, it is of great economic, social and nutritional importance. In Ecuador in 2018, an approximate area of 262 351 ha of hard corn was planted with a national average of 5,62 t ha<sup>-1</sup>. Corn yields depend primarily on genetic characteristics and nutritional requirements. With the technique of nutrient omission plots, nutritional recommendations can be adjusted according to the needs of the crop of each site, leading to an increase in yield; For this reason, this research was carried out with the objective of evaluating the impact of the omission of nutrients in the formation of a corn hybrid, on its development and yield. For the evaluation, there were six treatments of omission of N, P, K, Mg, S, and B, plus a complete fertilization treatment, a treatment based on the application of a farmer and an absolute control, whose data were analyzed using randomized complete block design and differentiated averages using the 5% Tukey test. The variables were evaluated: plant height and ear insertion, stem diameter, percentage of acame, ear diameter and length, weight of one hundred seeds, yield, agronomic efficiency and partial productivity factor. The results obtained showed that the best yield potential with 2,093 kg ha<sup>-1</sup> was obtained with the omission treatment of B. It was determined that the fertilization priorities of the corn parents used in this investigation, had the sequence of Mg > N > K = P > S >> B. It was also determined that the omission of N caused a decrease in the percentage of chlorophyll, plant height and ear insertion and stem diameter.

**Keywords:** parental, nutritional efficiencies, omission plots, yield, seed.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Aimar, S., Mendez, M., y Penebianco, J. (2012). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. En A. Quiroga, Alberto. Bono (Ed.), *Manual de fertilidad y evaluación de suelos* (1a. Edicio). Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_pt\\_89\\_manual\\_de\\_fertilidad\\_1\\_\\_\\_1\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_pt_89_manual_de_fertilidad_1___1_.pdf)
- Alarcon, A. (2001). El boro como nutriente esencial. *Tecnología de producción. Universidad Politécnica de Cartagena.*, 19.
- Azcon, J., y Talon, M. (2013). *Fundamentos de fisiología vegetal* (2a ed.). McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Barbazán, M. M., Conti, M. E., y García, F. (2014). Potasio. En Hernan. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 265–238). Buenos Aires, Argentina: INTA Editorial.
- BCP. (2017). Proyecciones mundiales de oferta y demanda del Departamento de agricultura de los Estados Unidos. En *Bolsa de cereales y productos bahía blanca*. Recuperado de <http://info.bcp.org.ar/ArchivosPublicados/www.bcp.org.ar/InformeUSDA/2017-07-12 Informe USDA.pdf>
- Below, F. E. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. *IPNI, Informaciones Agronómicas* , 54, 7–12. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/\\$FILE/Fisiologia, nutrición y fertilización nigrogenada del maíz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/$FILE/Fisiologia, nutrición y fertilización nigrogenada del maíz.pdf)
- Berger, K. (2010). *Conozca y Resuelva los Problemas del Maíz*. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTKF15G.pdf/Problemasmaiz.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTKF15G.pdf/Problemasmaiz.pdf)
- Boada, R., y Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador.

*Universidad Central del Ecuador, 1, 16.*

Carrillo, M., Cedeño, J., Aldean, A., y Davila, S. (2010). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz, en Santo Domingo de los Colorados y Patricia Pilar. *Universidad Tecnológica Equinoccial, 1, 16.* Recuperado de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/5.-Jose-Cedeño-Manejo-de-nutrientes-maiz.-UTE-Ecuador.pdf>

Carrillo, R. (2000). Economía Agrícola. En *Universidad Técnica de Manabí, FIAG.*

Chavez, V. (2015). *Validación de la metodología de manejo de Nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz (Zea mays L.) En chazo, provincia de chimborazo.* (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4267/1/13T0811.pdf>

Ciampitti, I. A., Camberato, J. J., Murrell, S. T., y Vyn, T. J. (2013). Maize Nutrient Accumulation and Partitioning in Response to Plant Density and Nitrogen Rate: I. Macronutrients. *Agronomy Journal, 105(3), 783–795.*

Ciampitti, I., y García, F. O. (2008). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronomicas. International Plant Nutrition Institute (IPNI).* Recuperado de [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/\\$FILE/Ciampitti\\_y\\_García\\_-\\_Balances\\_y\\_Eficiencia\\_Nutrientes\\_2007.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/$FILE/Ciampitti_y_García_-_Balances_y_Eficiencia_Nutrientes_2007.pdf)

CIAT. (1982). *Programa de semillas, Guía de planeación y manejo* (J. Douglas, Ed.). Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Digital/SB119.P7\\_Programas\\_de\\_semillas\\_Guía\\_de\\_planeación\\_y\\_manejo.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/SB119.P7_Programas_de_semillas_Guía_de_planeación_y_manejo.pdf)

Deras, H. (2010). *Guía técnica del cultivo de maíz.* Recuperado de <http://passthrough.fw-notify.net/download/329987/http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

- Dobermann, A. (2007). Nutrient use efficiency-measurement and management. *Proc. of International Fertilizer Industry Association (IFA)*, 22.
- Echeverría, Hernán., Sainz, H., y Barbieri, P. (2014). Maíz y Sorgo. En Hernán. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 425–451). Buenos Aires - Argentina: INTA Editorial.
- Echeverría, Hernán., y Sainz, H. (2014). Nitrogeno. En Hernán. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 189–264). Buenos Aires - Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Espinosa, J. (2016). Manejo de nutrientes por sitio específico en cultivos. *Instituto de la Potasa y el Fósforo, VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*, 11.
- Espinosa, J., y García, J. P. (2009). Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. *Informaciones Agronomicas. International Plant Nutrition Institute (IPNI)*. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATT0EY3E.pdf/Herramientasmaiz.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATT0EY3E.pdf/Herramientasmaiz.pdf)
- Espinoza, J., y Mite, F. (2008). Búsqueda de eficiencia en el uso de nutrientes. *International Plant Nutrition Institute*, 7. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Eficiencianutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Eficiencianutrientes.pdf)
- FAO. (2000). *Estrategias en Materia de Fertilizantes*. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/agl/agll/docs/fertstrs.pdf>
- FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. En *Los fertilizantes y su uso* (p. 77). FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IFA. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes.

- Ferraris, G., Couretot, L., Toribio, M., y Falconi, R. (2012). Efectos de diferentes estrategias de fertilización sobre los rendimientos, el balance de nutrientes y su disponibilidad en los suelos. *Informaciones Agronomicas. International Plant Nutrition Institute*, 45, 16–21. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/5FC92082DD725914852579840058112B/\\$FILE/16.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/5FC92082DD725914852579840058112B/$FILE/16.pdf)
- Figuerola, A. (2016). *Manejo de nutrientes faltante por sitio específico como aporte a la conservación de suelo, en la fertilización de maíz (Zea mays L.) en el Cantón Vinces.* (Universidad de Guayaquil). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19847>
- Fistritzer, W. P., y Kelly, A. F. (1979). *Mejoramiento de la producción de semillas: Manual de formulación, ejecución y evaluación de programas y proyectos de semillas.* Roma.
- Fixen, P. (2009). *Maximizing (productivity and efficiency) in contemporary agriculture.* Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/5g87n01k>
- García, F. (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. *INPOFOS.*, 21. Recuperado de <http://www.fertilizando.com/articulos/Criterios-Manejo-Fertilizacion-Cultivo-Maiz.pdf>
- García, F., Picone, L., y Ciampitti, I. (2014). Fósforo. En Hernan. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 229–259). Buenos Aires, Argentina: INTA Editorial.
- García, F., y Salvagiotti, F. (2009). Eficiencia de uso de nutrientes en sistemas agrícolas del Cono Sur de Latinoamérica. *IPNI Programa Latinoamérica Cono Sur*, 19.
- García, J., y Espinosa, J. (2009). Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *Informaciones Agronomicas. International Plant Nutrition Institute (IPNI)*, 1–5. Recuperado de

[http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/Fraccionamiento.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/Fraccionamiento.pdf)

García, J., y Espinosa, J. (2010). Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *International Plant Nutrition Institute*, 1, 15. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/Fraccionamiento.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/Fraccionamiento.pdf)

García, P. (2008). *Uso eficiente de nutrientes, una necesidad mundial* (pp. 15-31p). pp. 15-31p. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/14171000/uso-eficiente-de-nutrientes-juan-pablo-García-fenalce>

Hasang, E. (2015). *Efecto de la omisión de nutrientes sobre la calidad de semilla y rendimiento en la generación de un híbrido de maíz ( Zea mays L.)*. 62. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4189/1/iniaptPH344e.pdf>

Hernandez, A., San Vicente, F., y Figueroa, R. (2010). Evaluación y caracterización de líneas parentales de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres ambientes de Venezuela. *Asociación Interciencia*, 35, 290–298. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33913156009.pdf>

Ladha, J. K., Pathak, H., J. Krupnik, T., Six, J., y van Kessel, C. (2005). *Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects*. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(05\)87003-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)87003-8)

Lopez, R., y Gil, V. (2011). *Generalidades del Cultivo del Maíz*. Recuperado de <http://feijoo.cdact.uclv.edu.cu/wp-content/uploads/2018/05/Generalidades-del-cultivo-del-Maíz-Ramón-López-Fleites.pdf>

Macrobert, J. F., Setimela, P., Gethi, J., y Regasa, M. W. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*, 36. Recuperado

[https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1  
&isAllowed=y](https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MAG. (2018). Boletín situacional maíz duro seco. *Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema de información pública agropecuaria.*, 6. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz/boletines-situacionales-maiz-ecuador>

Martinez, C., Mendoza, L., García, G., y Maria del Carmen, Mendoza. Martinez, A. (2005). Producción de semilla híbrida de maíz con líneas androfértiles y androestériles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población. *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex*, 28(2), 127–133. Recuperado de <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/28-2/6a.pdf>

Murrell, T. S. (2009). Principios básicos de la eficiencia de fósforo y potasio. *Informaciones Agronomicas, International Plant Nutrition Institute*, 75. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B9BA095275EDB298852579A0006B0BA6/\\$FILE/Principios básicos de la eficiencia de fósforo y potasio.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B9BA095275EDB298852579A0006B0BA6/$FILE/Principios_básicos_de_la_eficiencia_de_fósforo_y_potasio.pdf)

Ortigoza, J., Carlos, G., López, A., Jorge, T., y Gonzalez, D. (2019). *Guia técnica de cultivo de maíz.* Recuperado de [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf)

Paliwal, R. L. (2001). *El maíz en los trópicos : mejoramiento y producción.* Recuperado de [https://books.google.com.ec/books/about/El\\_Maíz\\_en\\_los\\_trópicos.html?id=os79dx6BcmsC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/El_Maíz_en_los_trópicos.html?id=os79dx6BcmsC&redir_esc=y)

Parra, R., Valverde, F., y Alvarado, S. (2010). Manejo de nutrientes por sitio específico con labranza mínima experiencias en la generación de recomendaciones de fertilización en maíz (*Zea mays* L.), provincia de Bolívar. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina.*, 17–19.



Recuperado

de

<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2523/1/iniapsc350m.pdf>

Polania, F. (2006). La Importancia del Cultivo del maíz. *Revista UDCA*, 2, 14 – 20.

Remache, M. (2016). *Variación en la absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en un híbrido promisorio de maíz, sembrado en época seca, Patricia Pilar, provincia de Los Ríos*. Universidad Tecnológica Equinoccial.

Reussi, N. I., Echeverría, H., y Pagani, A. (2014). Azufre. En Hernán. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 287–312). Buenos Aires, Argentina.

Rodriguez, M., y Florez, V. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. En *CYTED*. Recuperado de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3133/F13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Snyder, C.S., y Bruulsema, T. . (2007). *Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit*. Recuperado de [http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/d58a3c2deca9d7378525731e006066d5/\\$FILE/Revised NUE update.pdf](http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/d58a3c2deca9d7378525731e006066d5/$FILE/Revised%20NUE%20update.pdf)

Snyder, Cliff S. (2009). Eficiencia del uso del nitrógeno: Desafíos mundiales, tendencias futuras. *Informaciones Agronómicas*. International Plant Nutrition Institute (IPNI), 16. Recuperado de [http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/eficienciaeuso\\_snyder.pdf](http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/eficienciaeuso_snyder.pdf)

Stewart, W. (2007). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. *Informaciones*

*Agronomicas. International Plant Nutrition Institute (IPNI)*. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes.pdf)

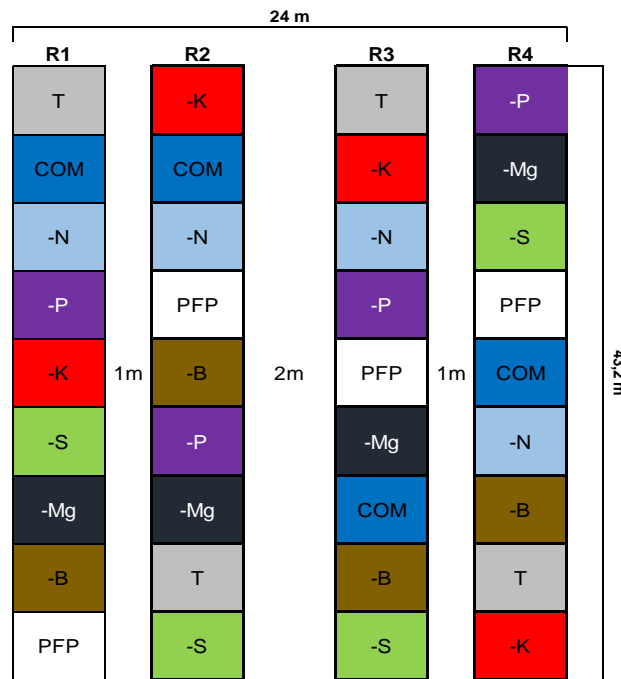
Tadeo, M., Espinosa, A., Martínez, J. N., Celis, D. I., Valdivia, R., y Zaragoza, J. (2010). Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrientes en híbridos de maíz\*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1557–1569. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000700011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000700011&script=sci_arttext)

Vargas, J., Polanía, F., Méndez, D., Ospina, J., Duarte, J., García, J., ... Molina, C. (2012). Aspectos técnicos de la producción de maíz en Colombia. *Fenalce*, 222. Recuperado de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19418/45021\\_60774.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19418/45021_60774.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vázquez, M. E., y Pagani, A. (2014). Calcio y magnesio. Manejo de fertilización y enmiendas. En Hernán. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2a ed., pp. 317–350). Buenos Aires, Argentina: INTA Editorial.

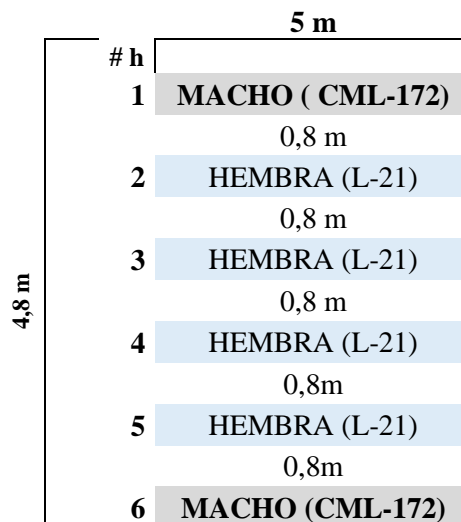
Zamudio, B., Tadeo Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Nelson Martínez Rodríguez, J., Israel Celis Euan, D., Valdivia Bernal, R., y Zaragoza Esparza, J. (2015). Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrientes en híbridos de maíz. En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (Vol. 6). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n7/v6n7a11.pdf>

## X. ANEXOS



**Tratamientos: 9**  
**Repeticiones: 4**  
**Área por parcela: 24 m<sup>2</sup>**  
**Ancho de parcela: 5 m**  
**Largo de parcela: 4,8 m**  
**Espacio entre bloques: 1**  
**Área total del experimento: 1 036,8 m<sup>2</sup>**

**Gráfico 1.- Distribución de los tratamientos en el campo, por repetición, en el trabajo experimental de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.**



**Gráfico 2.- Distribución de los parentales por unidad experimental, en el trabajo experimental de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.**

**Cuadro 23.- Tratamientos evaluados en el experimento de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Tratamientos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	Mg	B
	kg ha <sup>-1</sup>					
-N	-	46	60	44	55	1,5
-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	140	-	60	44	55	1,5
-K <sub>2</sub> O	140	46	-	44	55	1,5
-S	140	46	60	-	55	1,5
-Mg	140	46	60	44	-	1,5
-B	140	46	60	44	55	-
Completo	140	46	60	44	55	1,5
PFP	140	46	60	-	-	-
Testigo	-	-	-	-	-	-

Fuente: Prácticas de fertilización del Departamento de semillas de INIAP

\*PFP: Practica de fertilización del productor.

**Cuadro 24.- Fertilización en gramos por unidad experimental de la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Trat.	Urea 46%			Súper fosfato triple 46%	Muriato 60%	Sulfato de amonio 24-21		Sulfato de magnesio 20-25		Nitrato de magnesio 11-16		Bórax 11%
	(25% 15 dds)	25% 30 dds)	50% 45 dds)	(100%) 0 dds)	(100%) 15 dds)	(50% 15 dds)	(50%) 30 dds)	(50% 15 dds)	(50%) 30 dds)	(50% 15 dds)	(50%) 30 dds)	(100%) 30 dds)
	Gramos / unidad experimental											
<b>(-N)</b>	0	0	0	240	240	0	0	264	264	0	0	32,64
<b>(-P)</b>	182,6	182,6	365,2	0	240	0	0	264	264	0	0	32,64
<b>(-K)</b>	182,6	182,6	365,2	240	0	0	0	264	264	0	0	32,64
<b>(-S)</b>	130	130	260	240	240	0	0	0	0	440	440	32,64
<b>(-Mg)</b>	132,4	132,4	264,72	240	240	220	220	0	0	0	0	32,64
<b>(-B)</b>	182,6	182,6	365,2	240	240	0	0	264	264	0	0	0
<b>(FC)</b>	182,6	182,6	365,2	240	240	0	0	264	264	0	0	32,64
<b>PFP</b>	182,6	182,6	365,2	240	240	0	0	0	0	0	0	0
<b>Testigo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

**Cuadro 25.- Presupuesto del ensayo de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

ACTIVIDADES	PRESENTACION	CANT.	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
<b>Preparación de suelo</b>	Pases	3	35,00	105,00
<b>Siembra</b>				
Muestreo de suelo	Análisis	1	29,22	29,22
Semilla parental macho CML-172	kg	0,65	15,00	9,75
Semilla parental hembra L-21	kg	1,30	15,00	19,50
Tratamiento Thiodicarb	L	0,03	5,00	0,15
Siembra manual	Jornal	0,8	15,00	12,00
<b>Control químico de maleza</b>				
Glyfosato	L	0,6	6,70	4,02
Atrazina	kg	0,3	11,00	3,30
Pendimentalin	L	0,6	9,89	5,93
Aplicación de herbicida	Jornal	0,25	15,00	3,75
<b>Control de insectos</b>				
Metomil	kg	0,9	3,75	3,38
Clorpirifos	L	0,05	12,90	0,64
Aplicación de insecticida	Jornal	0,75	30,00	22,5
<b>Fertilización</b>				
Urea	kg	18,83	0,50	9,42
Súper fosfato triple	kg	6,72	0,62	4,17
Muriato de potasio	kg	6,7	0,56	3,72
Sulfato de amonio	kg	1,76	0,38	0,67
Sulfato de magnesio	kg	10,36	0,57	5,89
Nitrato de magnesio	kg	3,24	0,61	1,98
Aplicación de fertilizantes	Jornal	0,25	15,00	3,75
<b>Control de enfermedades</b>				
Ecuafix	L	0,2	3,80	0,76
Azoxitrobina	L	0,05	77,92	3,90
Aplicación de fungicida	Jornal	0,25	15,00	3,75
<b>Control de maleza</b>				
Control manual de maleza	Jornal	3	15,00	45,00
<b>Glasinado y fecundación.</b>	Jornal	2	15,00	30,00
<b>Toma de datos de clorofila</b>	Jornal	3	15,00	45,00
<b>Toma de datos</b>	Jornal	1,5	15,00	22,50
<b>Cosecha manual.</b>	Jornal	1	15,00	15,00
<b>Toma de datos de cosecha.</b>	Jornal	1	15,00	15,00
<b>Subtotal costos directos</b>				429,65
<b>Imprevistos 3%</b>				17,03
<b>Administración</b>				394,8
<b>Subtotal costos indirectos</b>				411,83
<b>GRAN TOTAL</b>				\$ 841,48

**Cuadro 26.- Costos directos por hectárea en la producción de semilla, utilizados en el análisis económico basado en costo beneficio del ensayo la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

<b>Actividades</b>	<b>Presentación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>labranza del suelo</b>				
Preparación de suelo	Pases	2	60,00	120,00
<b>Siembra</b>				
Muestreo de suelo	Análisis	1	29,22	29,22
Semilla CML 172	kg	7,35	15,00	110,25
Semilla L-21-3-1-1-1 COM 2	kg	13,28	15,00	199,20
Regalias por adquisicion 10%	\$	1	360,44	360,44
Tratamiento Thiodicarb	l	0,3	40,29	12,09
Siembra mecanizada	pase	1	60,00	60,00
<b>Control de maleza pre</b>				
Glyfosato	l	3	6,70	20,10
2,4-D amina	l	1	6,60	6,60
Atrazina	kg	2	11,00	22,00
Pendimentalin	l	3	9,89	29,67
Aplicación mecanizada	Aguilon	1	15,00	15,00
<b>Control de maleza post</b>				
Paraquat	l	2	4,20	8,40
Nicosulfuron	gr	30	0,46	13,80
Aplicación de herbicidas	Jornal	2	15,00	30,00
<b>Control de insectos</b>				
Spinetoram	l	0,15	155,00	23,25
thiametoxan+ lambdacialotrina	l	0,25	50,00	12,50
Aplicación de insecticida	Jornal	2	15,00	30
<b>Control de insectos y enfermedades</b>				
Spinetoram	l	0,15	155,00	23,25
Ecuafix	l	0,2	3,80	0,76
Azoxitrobina	l	0,5	77,92	38,96
Aplicación de agrodefensivos	Jornal	2	15,00	30,00
Despanoje	2 Jornal/dia	10	15,00	150,00
<b>Total costos directos</b>				<b>1345,49</b>

**Fuente: Dpto. de Producción de semillas de EETP de INIAP.**

**Elaborado por Alberto Vecilla N. 2019**

**Cuadro 27.- Análisis económico basado en beneficios/costo, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.), en la época lluviosa de la zona de Mocache 2019.**

Tratamientos					Costos de producción							Beneficios netos (\$ ha <sup>-1</sup> )	B/C
#	Omisión	Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Rend. Ajustado 10% (kg ha <sup>-1</sup> )	Beneficios brutos (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costos fijos (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costo de fertilizantes (\$ ha <sup>-1</sup> )	Costos de aplicación (\$ ha <sup>-1</sup> )	Cosecha+Transporte+Desgrane (\$ ha <sup>-1</sup> )		Total de Costos		
1	<b>PKSMgB (-N)</b>	0-46-60-44-55-1,5	1361,27	1225,14	3675,43	1345,49	298,94	36,00	63,62		1744,04	1931,39	1,10
2	<b>NKSMgB (-P)</b>	140-0-60-44-55-1,5	1469,28	1322,35	3967,06	1345,49	376,85	46,00	68,66		1837,00	2130,06	1,15
3	<b>NPSMgB(-K)</b>	140-46-0-44-55-1,5	1455,34	1309,80	3929,42	1345,49	383,85	46,00	68,01		1843,34	2086,07	1,13
4	<b>NPKMgB (-S)</b>	140-46-60-0-55-1,5	1682,89	1514,60	4543,80	1345,49	483,70	54,15	78,65		1961,99	2581,82	1,31
5	<b>NPKSB (-Mg)</b>	140-46-60-44-0-1,5	1096,24	986,61	2959,85	1345,49	342,47	45,15	51,23		1784,33	1175,52	0,65
6	<b>NPKSMg (-B)</b>	140-46-60-44-55-0	2093,19	1883,87	5651,61	1345,49	351,11	36,00	97,82		1830,42	3821,20	2,08
7	<b>NPKSMgB (FC)</b>	140-46-60-44-55-1,5	1858,6	1672,74	5018,22	1345,49	432,85	40,00	86,86		1905,19	3113,03	1,63
8	<b>PFP</b>	140-46-60-0-0-0	1126,27	1013,64	3040,93	1345,49	238,91	25,00	52,63		1662,03	1378,90	0,82
9	<b>Testigo</b>	0-0-0-0-0-0	1489,22	1340,29	4020,89	1345,49	0,00	0,00	69,60		1415,08	2605,81	1,84

Nh<sub>4</sub> (Urea 46 %)= 0,95 \$/kg

K(Muriato de potasio 60 %)= 0,82 \$/kg

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Super fosfato triple 46 %)= 1,21 \$/kg

S (Sulfato de amonio 21-24 %)= 1,32 \$/kg

Mg (Sulfato de magnesio 20 %-25 %)= 2,02 \$/kg

Mg (Nitrato de magnesio 11 %-15%)= 3,66 \$/kg

B (Borax 11 %)= 54,63 \$/kg

Precio de venta semillas= \$ 3/Kg

Desgrane \$ 0,50/45,45kg

Cosecha+Transporte=\$ 1,86/45,45kg

Costo de aplicación de fertilizante= \$ 2,50/Saco

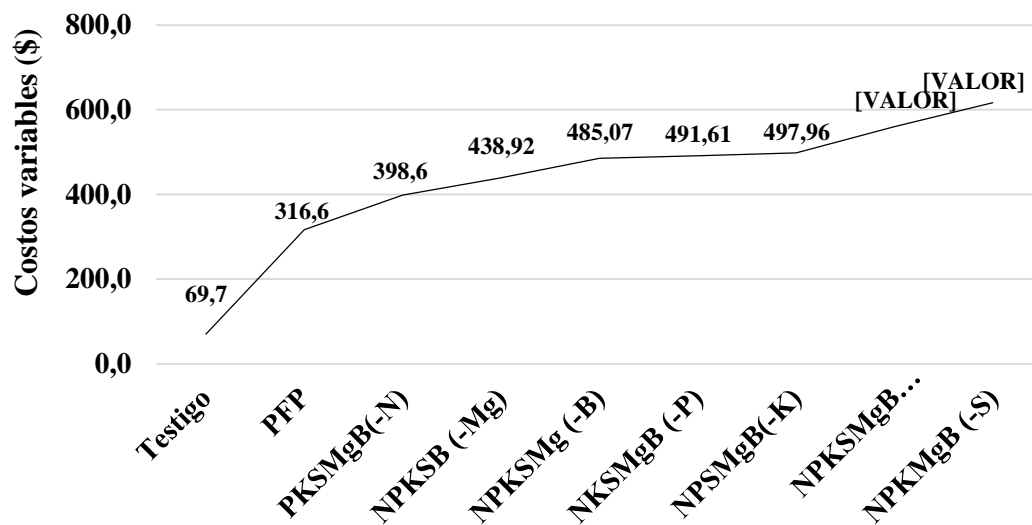


Gráfico 3.-Costos variables formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.

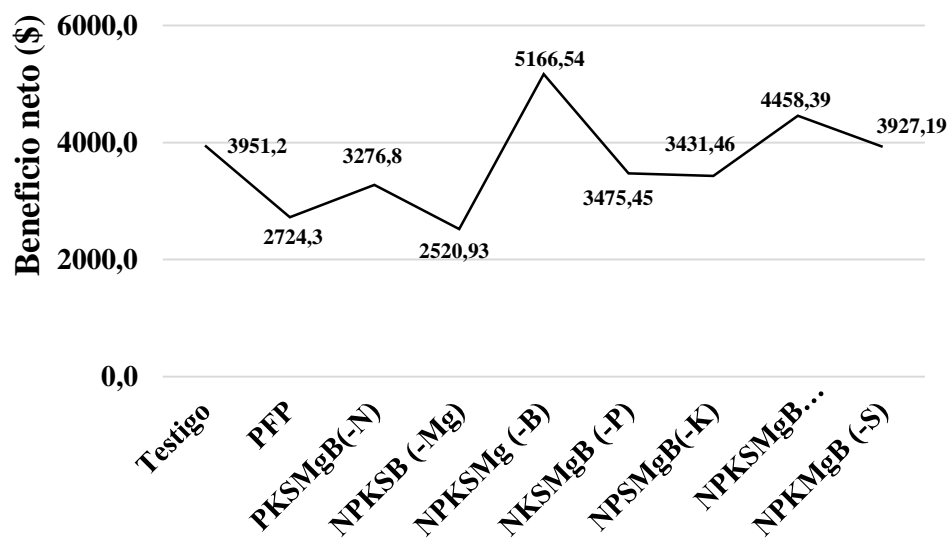


Gráfico 4.- Beneficios netos, formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019.



**Cuadro 28.- Tratamientos dominado y no dominados formados por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Tratamiento	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia
Testigo	69,7	3951,2	No dominado
PFP	316,6	2724,3	Dominado
PKSMgB(-N)	398,6	3276,8	Dominado
NPKSB (-Mg)	438,92	2520,93	Dominado
NPKSMg (-B)	485,07	5166,54	No dominado
NKSMgB (-P)	491,61	3475,45	Dominado
NPSMgB(-K)	497,96	3431,46	Dominado
NPKSMgB (FC)	559,83	4458,39	Dominado
NPKMgB (-S)	616,61	3927,19	Dominado

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por Bayron Vecilla N, 2019.

**Cuadro 29.- Análisis de variancia para altura de planta, altura de mazorca, diámetro de tallo, acame de tallo y raíz, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Altura de planta			Altura de mazorca			Diámetro de tallo			Acame de tallo			Acame de raíz		
		<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor
Repeticiones	3	238,56	2,05	0,133	267,28	1,61	0,2135	1,43	1,14	0,3511	40,79	2,13	0,123	0,49	0,62	0,6063
Tratamientos	8	270,97	2,33	0,052	285,81	1,72	0,144	7,16	5,73	0,0004	82,21	4,29	0,002	8,42	10,6	0,0001
Error experimental	24	116,25			166,12			1,25			19,18			0,79		
Total	35															
<sup>1</sup> CV (%)		5,86			13,31			5,34			22,12			30,52		

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación

<sup>2</sup> CM= Cuadrado medio.

**Cuadro 30.- Análisis de variancia para mazorcas sanas, podridas, longitud y diámetro de mazorca, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Longitud de mazorca			Diámetro de mazorca			Mazorcas sanas			Mazorcas podridas		
		<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor
Repeticiones	3	4,46	2,67	0,070	26,13	4,02	0,018	271,19	2,26	0,10	270,03	2,25	0,10
Tratamientos	8	2,04	1,22	0,329	6,35	0,98	0,477	185,65	1,54	0,19	185,13	1,54	0,19
Error experimental	24	1,67			6,51			120,23			120,15		
Total	35												
<sup>1</sup> CV (%)			8,53			7,04			18,98			25,94	

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación

<sup>2</sup>, CM= Cuadrado medio.

**Cuadro 31.- Análisis de variancia para Días a floración masculina, femenina y madurez fisiológica, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Días a Madurez fisiológica			Días a la floración masculina			Días a la floración femenina		
		<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor
Repeticiones	3	4,56	0,5	0,657	2,77	2,2	0,112	11,29	5,22	0,006
Tratamientos	8	12,3	1,5	0,222	2,01	1,6	0,174	1,13	0,52	0,829
Error experimental	24	8,39			1,25			2,16		
Total	35									
<sup>1</sup> CV (%)			2,89			1,76			2,43	

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación

<sup>2</sup>, CM= Cuadrado medio.

**Cuadro 32.- Análisis de variancia para niveles de clorofila, afectado la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Niveles de clorofila								
		25 DDS			30 DDS			35 DDS		
		<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor	<sup>2</sup> CM	F	P-valor
Repeticiones	3	4,81	0,64	0,595	15,57	2,95	0,053	1,54	0,31	0,8207
Tratamientos	8	47,23	6,31	0,0002	26,7	5,06	0,0009	23,51	4,66	0,0015
Error experimental	24	7,49			5,28			5,04		
Total	35									
<sup>1</sup> CV (%)			6,06			5,05			4,97	

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación  
<sup>2</sup>, CM= Cuadrado medio.

**Cuadro 33.- Análisis de variancia para peso de 100 semillas y rendimiento, afectado por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Fuentes de variación	Grados de libertad	Peso de 100 semillas			Rendimiento		
		<sup>2</sup> C.M	F	p-valor	<sup>2</sup> C.M	F	P-valor
Repeticiones	3	30,65	4,15	0,0167	461027,56	2,19	0,066
Tratamientos	8	8,78	1,19	0,3462	326524,33	1,55	0,2274
Error experimental	24	7,38			210653,52		
<b>Total</b>	<b>35</b>						
<sup>1</sup> CV (%)			<b>11,5</b>			<b>32,21</b>	

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación  
<sup>2</sup>, CM=Cuadrado medio.

**Cuadro 34.- Cuadrados medios para el Factor parcial de productividad de N, P, K, S, Mg, B, afectada por la omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

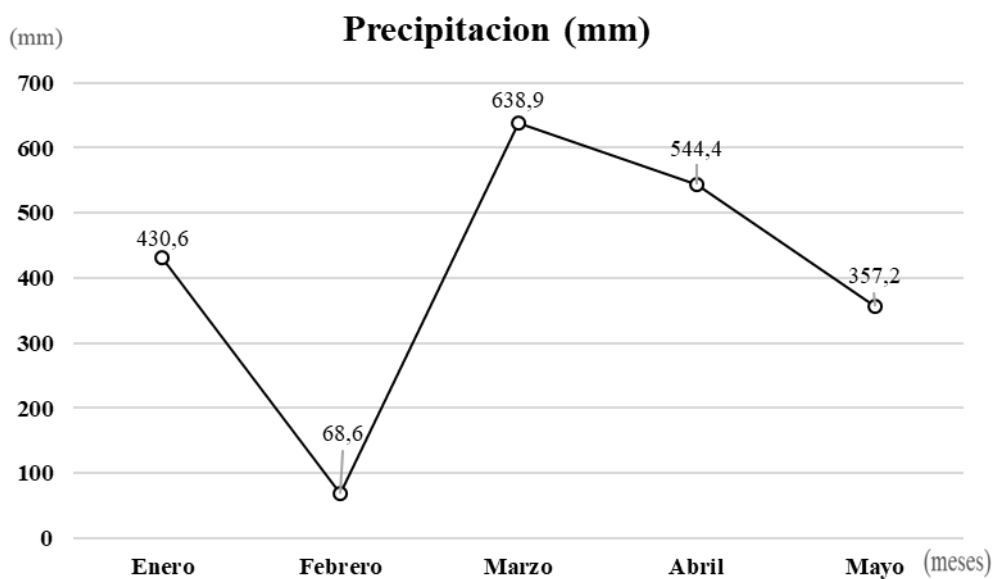
Fuentes de variación	Grados de libertad	Factor parcial de productividad					
		N	P	K	S	Mg	B
		<sup>2</sup> CM	<sup>2</sup> CM	<sup>2</sup> CM	<sup>2</sup> CM	<sup>2</sup> CM	<sup>2</sup> CM
Repeticiones	3	15,49	136,85	92,22	143,62	79,18	51434,36
Tratamientos	8	27,49ns	262,58*	154,01ns	267,39ns	104,40ns	123119,14ns
Error	24	10,77	68,35	54,56	139,70	91,02	107565,64
<b>Total</b>	<b>35</b>						
<sup>1</sup> CV (%)		<b>34,09</b>	<b>28,78</b>	<b>33,32</b>	<b>40,98</b>	<b>38,71</b>	<b>39,85</b>

<sup>1</sup>, CV= Coeficiente de variación  
<sup>2</sup>, CM= Cuadrado medio


**Cuadro 35.- Precipitación pluvial registrada desde la siembra en Enero 24 del 2019 hasta la cosecha en Mayo 14 del 2019 en el lote experimental del ensayo de omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.). Época lluviosa. Mocache, 2019**

Semana	Precipitación (mm)
1	164,2
2	70,3
3	197,3
4	94,9
5	388,3
6	199,4
7	104,1
8	203,3
9	227,8
10	176,1
11	38
12	182,1
13	148,5
14	107,5
15	230,9

Datos tomados de la estación meteorológica de INAMHI, 2019



**Gráfico 5.- Precipitación pluvial promedio mensual registrada en el Lote experimental. Datos obtenidos de INAMHI, 2019**


**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

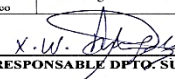
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Dpto. Manejo de suelos EET. Pichilingue Dirección : Km 5 vía a El Empalme Ciudad : Quevedo Teléfono : 052783 044 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Ensayo Omisión de nutrientes Provincia : Los Ríos Cantón : Mocache Parroquia : Ubicación : Poza de lagarto ganadería	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° de Reporte : Fecha de Muestreo : 22/01/2019 Fecha de Ingreso : 22/01/2019 Fecha de Salida : 04/06/2019
---	---	---


N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
12428					5,4	5,5	2,06	13,40	13,97			24	65	11	Franco-Limoso




<b>INTERPRETACION</b> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <th>Al+H, Al y Na</th> <th>C.E.</th> <th>M.O. y Cl</th> </tr> <tr> <td>B = Bajo M = Medio T = Tóxico</td> <td>NS = No Salino LS = Lig. Salino MS = Muy Salino</td> <td>S = Salino M = Medio A = Alto</td> </tr> </table>	Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl	B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lig. Salino MS = Muy Salino	S = Salino M = Medio A = Alto	<b>ABREVIATURAS</b> C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio	<b>METODOLOGIA USADA</b> C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkey Black Al+H = Titulación con NaOH
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O. y Cl						
B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lig. Salino MS = Muy Salino	S = Salino M = Medio A = Alto						

  
**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA**

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Toda vez que se acepten reclamos en los resultados.

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**


**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Dpto. Manejo de suelos EET. Pichilingue Dirección : Km 5 vía a El Empalme Ciudad : Quevedo Teléfono : 052783 044 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Ensayo Omisión de nutrientes Provincia : Los Ríos Cantón : Mocache Parroquia : Ubicación : Poza de lagarto ganadería	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° Reporte : Fecha de Muestreo : 22/01/2019 Fecha de Ingreso : 22/01/2019 Fecha de Salida : 04/06/2019
---	---	--

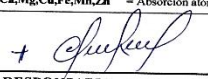
N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm																
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
12428	Muestra 1		5,9	MeAc	8	B	34	A	0,97	A	11	A	2,0	M	7	B	6,3	M	11,3	A	194	A	17,9	A	0,97	M



<b>INTERPRETACION</b> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <th colspan="2">pH</th> <th colspan="2">Elementos de N a B</th> </tr> <tr> <td>MAc = Muy Acido Ac = Acido MeAc = Media. Acido</td> <td>LAc = Liger. Acido PN = Prac. Neutro N = Neutro</td> <td>LAI = Lige. Alcalino MeAl = Media. Alcalino Al = Alcalino</td> <td>RC = Requiere Cal B = Bajo M = Medio A = Alto</td> </tr> </table>	pH		Elementos de N a B		MAc = Muy Acido Ac = Acido MeAc = Media. Acido	LAc = Liger. Acido PN = Prac. Neutro N = Neutro	LAI = Lige. Alcalino MeAl = Media. Alcalino Al = Alcalino	RC = Requiere Cal B = Bajo M = Medio A = Alto	<b>METODOLOGIA USADA</b> pH = Suelo: agua (1,2,5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	<b>EXTRACTANTES</b> Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico B,S
pH		Elementos de N a B								
MAc = Muy Acido Ac = Acido MeAc = Media. Acido	LAc = Liger. Acido PN = Prac. Neutro N = Neutro	LAI = Lige. Alcalino MeAl = Media. Alcalino Al = Alcalino	RC = Requiere Cal B = Bajo M = Medio A = Alto							

  
**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Toda vez que se acepten reclamos en los resultados.

  
**RESPONSABLE LABORATORIO**

**Figura 1. Resultados de los análisis de suelos del sitio experimental.**

## Fotografías



Figura 2.- Siembra de los parentales.



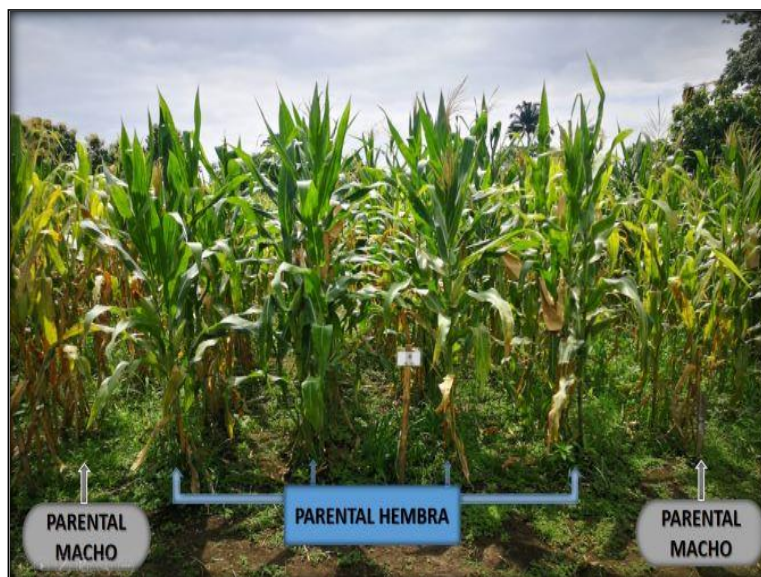
Figura 3.- Estado de cultivo a los 30 días después de la siembra.



**Figura 4.- Aplicación de productos fitosanitarios en el cultivo.**



**Figura 5.- Aplicación de cebo insecticida para control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).**



**Figura 6.- Disposición de los parentales dentro de las unidades experimentales.**



**Figura 7.- Proceso de protección (glasinado) de la mazorca de los parentales femeninos.**





**Figura 8.- Captación de polen en las inflorescencias de los parentales masculinos.**



**Figura 9.- Captación de polen y glasinado, efectuado con la colaboración del programa de maíz de INIAP.**



**Figura 10.- Fecundación de las mazorcas previamente glasinadas con el polen captado.**



**Figura 11.- Evaluación de madurez fisiológica en los semillas de cada unidad experimental.**



**Figura 12.- Visita del presidente del comité de titulación de la UTB el Ing. MSc. Marlon Lopez, el tutor de tesis el Ing. Msc. Edwin Hasang y el Técnico colaborador del trabajo experimental, Ing. Msc. Wuellins Durango.**