UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO

Autor:

Luis Alberto Caicedo Acosta

Director de Tesis:

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Luis Alberto Caicedo Acosta**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Luis Alberto Caicedo Acosta

1203990807

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar,** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luis Alberto Caicedo Acosta**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, "ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO", previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario**,** bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar,** en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado "ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO"**,** de autoría del estudiante **Luis Alberto Caicedo Acosta**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 93% y de copia un 7% del trabajo de investigación, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO"

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por: Tribunal de sustentación

_____

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M. Sc. Gerardo Segovia Freire

_____	_____
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**
Ing. M. Sc. Diana Véliz Zamora	**Ing. M. Sc. Jaime Vera Chang**

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO.

El autor presenta sus agradecimientos a los siguientes:

A Dios por haber permitido este éxito de terminar los estudio de la carrera de Ing. Agropecuaria.

AUTORIDADES DE LA UTEQ

- Ing. M. Sc. Eduardo Díaz Ocampo. Rector
- Ing. Guadalupe Murillo Campuzano. Vicerrectora Académica.
- Ing. Roberto Pico Saltos. Vicerrector Administrativo.
- Dra. Yenny Torres Navarrete. Decana FCP.

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar. Docente, FCP. UTEQ

Y a todas las personas que colaboraron con un granito de arena en la realización de este trabajo de todo corazón mil gracias.

LUIS CAICEDO ACOSTA

DEDICATORIA.

A mis padres Edilber Caicedo Charcopa y Luz Acosta Cobeña por su sacrificio y dedicación en mi formación personal y profesional

La presente investigación se la dedico a mi segunda madre Ing. Flor Fon Fay Vásquez y al Eco. Guillermo Coello Fon Fay. Por ser el pilar fundamental de darme gran apoyo y motivación para que culmine le etapa más importante de mi vida como es la carrera universitaria, que con esmero y sacrificio he logrado esta meta

LUIS CAICEDO ACOSTA

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES.

El estudio del crecimiento vegetativo y la necesidad de suplementar nutrientes al maíz se ha convertido en un factor importante en las producciones comerciales del país, constituyendo uno de los factores limitantes de producción. El objetivo de esta investigación consistió en determinar el particionamiento de la biomasa y la absorción de nutrientes en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona central del litoral ecuatoriano. Este trabajo investigativo se ejecutó en la finca experimental "La María", predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para el desarrollo de la investigación se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) bajo la distribución de tres tratamientos y siete bloques. En general las variables analizadas fueron sometidas al análisis estadístico y se utilizó la prueba de Tukey ($p>0.05$). Para el efecto del análisis estadístico, se analizó como variables la biomasa seca total, biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca, tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca y absorción de nutrientes. Y, con base a los resultados obtenidos, el hibrido de maíz DK-7508 lidero en cuanto a la acumulación total de biomasa. Por otro lado, la tasa de desacumulación de biomasa en tallo y hoja permitió un mayor tamaño de la mazorca; sin embargo se pudo conocer que el hibrido DK-7508, tiene una desacumulacion tardía de biomasa (a partir de los 60 días), característica significativa de híbridos de alta calidad forrajera y baja calidad de grano, en comparación con los híbridos UTEQ-101 e INIAP-H551, quienes inician el proceso de desacumulación de biomasa a partir de los 40 días. Por otro lado la absorción de nutrientes fue mayor en todos los híbridos trabajados, por ende esto indica que para obtener altas producciones, es necesario optar por una fertilización contralada de acuerdo al análisis de suelo, supliendo sus necesidades específicas.

Palabras claves: Absorción, acumulación, desacumulación, particionamiento, *Zea mays*.

ABSTRACT AND KEYWORDS.

The study of vegetative growth and the need to supplement nutrients to maize has become an important factor in the country's commercial production, constituting one of the limiting factors of production. The objective of this research was to determine the partitioning of biomass and nutrient uptake in three maize hybrids (*Zea mays* L.) in the central zone of the Ecuadorian littoral. This investigative work was carried out in the experimental farm "La María", premises of the Technical University of Quevedo. For the development of the research, a completely randomized block design (DBCA) was applied with three treatments and seven blocks or repetitions. All variables analyzed were subjected to variance analysis and Tukey's test ($p > 0.05$) was used. For the effect of the statistical analysis, the following variables were used: total dry biomass, biomass accumulated in stem, leaves and ear, accumulation rate of dry biomass stem, leaves and cob and nutrient absorption. According to the results obtained in the research, the DK-7508 maize hybrid leads in terms of the total accumulation of dry biomass. The biomass depletion rate in stem and leaf allowed a greater size of the cob; However, it was possible to know that the hybrid DK-7508 has a delayed biomass depletion (after 60 days), an important characteristic of hybrids of high forage quality and low grain quality, compared to hybrids UTEQ-101 and INIAP-H551, who started the biomass de-accumulation process after 40 days. On the other hand the nutrient absorption was higher in all the studied hybrids, so this indicates that to obtain high yields, it is necessary to choose a contralada fertilization according to the soil analysis, meeting its specific needs.

Key words: Absorption, accumulation, desacumulation, partitioning, *Zea mays*.

Tabla de contenido

PORTADA……...……...i

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS…….....i

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN…..iii

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO……..…iv

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN…...……v

AGRADECIMIENTO……. vi

DEDICATORIA……..vii

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES……....…….....…….....viii

ABSTRACT AND KEYWORDS……..……...……..…..…ix

TABLA DE CONTENIDO……..…..…….……..x

ÍNDICE DE TABLAS……..…….…….xiv

ÍNDICE DE FIGURAS…….…….…….…….xv

ÍNDICE DE ANEXOS…….…….……..xvi

CÓDIGO DUBLIN. xvii

Introducción……1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN……..……..2

1.1. Problema de la investigación..... 3

1.1.1. Planteamiento del problema……..……...……3

1.1.2. Formulación del problema…….……...……4

1.1.3. Sistematización del problema…….…….…4

1.2. Objetivos. 5

1.2.1. Objetivo general……..…….……5

1.2.2. Objetivos específicos…….……..……5

1.3. Justificación..... .6

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO…….……7

2.1. Marco conceptual. 8

2.1.1. Acumulación de biomasa. 8

2.1.2. Desacumulación de biomasa. 8
2.1.3. Llenado de mazorca..... 8
2.1.4. Absorción de nutrientes. 8
2.1.5. Grados días de crecimiento. 8
2.1.6. Híbrido de maíz. 8
2.1.7. Híbrido triple. 9
2.2. Marco referencial. 10
2.2.1. Producción de biomasa……. 10
2.2.1.1. Recolección, tratamiento y ensilaje……..……...…..10
2.2.1.2. Aspectos determinantes de la acumulación de biomasa…….……...11
2.2.2. Absorción de nutrientes……..…12
2.2.2.2. Fósforo…….. 12
2.2.2.3. Potasio…… 13
2.2.3. Necesidades de elementos nutritivos…… 14
2.2.4. Vías y mecanismos de absorción de nutrientes…… 16
2.2.4.1. Nitrógeno (N)……..……...16
2.2.4.2. Fósforo (P)…….……16
2.2.4.3. Potasio (K)…….……17
2.2.5. Nutrientes secundarios (Ca, Mg y S)…… 17
2.2.5.1. Calcio (Ca)…….....17
2.2.5.2. Magnesio (Mg)……..…18
2.2.5.3. Azufre (S)…….…….18
2.2.6. Factores asociados al suelo en relación a la absorción de nutrientes…….19
2.2.7. Algunos aspectos de la fertilización en maíz……...……..19
2.2.7.1. Elementos primarios en maíz……...……..…19
2.3. Investigaciones relacionadas. 19

CAPÍTULO III. METOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN…….. 24
3.1. Localización. 25
3.2. Tipo de investigación. 25
3.3. Método de investigación. 25
3.4. Fuentes de recopilación de la información. 26
3.5. Diseño de la investigación. 26
3.5.1. Diseño experimental…….. 26
3.5.2. Tratamientos……...27
3.5.3. Instrumentos de investigación……27
a. Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca……27
b. Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca……...27
c. Absorción de nutrientes…… 28
3.6. Procedimiento experimental. 28
3.6.1. Preparación del suelo…… 28
3.6.2. Delimitación de sitio experimental……..... 28
3.6.3. Siembra…….. 28
3.6.4. Aplicación de fertilizante……... 28
3.6.5. Manejo de plagas y enfermedades…… 29
3.6.6. Cosecha…….. 29
3.7. Recursos humanos y materiales. 29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……...29
4.1. Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca. 30
4.2. Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca. 33
4.3. Absorción de nutrientes. 35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…… 39
5.1. Conclusiones. 40
5.2. Recomendaciones. 41

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA……...42
6.1. Literatura citada..... 43
CAPÍTULO VII. ANEXOS…… 48
7.1.2. Imágenes de la investigación…… 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. **Página.**

1. Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz…….. 11
2. Nutrientes contenidos en la parte aérea de una cosecha de maíz…… 16
3. Concentración de nutrientes en la inflorescencia masculina……... 17
4. Condiciones meteorológicas de la finca experimental “La María”……. 23
5. Esquema del análisis de varianza de un DBCA…….. 25
6. Descripción de los tratamientos……... 26
7. Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona del litoral ecuatoriano……. 31
8. Tasa de acumulación de biomasa seca, tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral Ecuatoriano……. 35
9. Absorción total de nutrientes primarios (N, P y K) y secundarios (Ca, Mg y S) en tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral ecuatoriano…… 37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico. **Página.**

1. Acumulación / Desacumulación de biomasa vegetativa total (tallos+ hojas) y llenado de mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del Litoral Ecuatoriano…… 32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos.		**Página.**
1.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca total a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz.……..….....	48
2.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en tallos a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz..…….……..…….....**.....**	48
3.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en hojas a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz**...**……..……...…….....	49
4.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en mazorca a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz**...**	49
5.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable materia seca total a los 417, 764, 1125, 1467, 1814 y 2160 grados días acumulados en tres híbridos de maíz**.**……..…….……...……..……	50
6.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en tallos a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz**...**…….....	50
7.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en hojas a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz**..**……..…..…….....	51
8.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en mazorcas a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz**..**…….....	51
9.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción total de N, P, K, Ca, Mg y S en tres híbridos de maíz. ……..…….……..	52

10	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción en tallos de N en tres híbridos de maíz. ……..……..……..……..	52
11.	Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción en hojas de N, P, K, Ca, Mg y S en tres híbridos de maíz……..……..……....	53
12.	Análisis de varianza aplicada a la hoja a los 80 días g Ms al cultivo de maíz (*Zea mays*)…….……..……...……..	53
13.	Parcela de ensayo……..…….…….……..	54
14.	Toma de datos del cultivo (18 días)……. ……..……..	54
15.	Toma de datos del cultivo de maíz a los 40 días……..……...…….	55
16.	Toma datos y recolecta de plantas para análisis de laboratorio….....…….	55
17.	Colecta de muestras para laboratorio..……..…….…….....	56
18.	Identificación de muestras..……..…….……...…	57
19.	Limpieza de molina para la preparación de las muestras……..	57
20.	Secado de muestras en aire forzado..……..……..…….....	58
21.	Árbol del problema..……..…….……...……...…	58
22.	Croquis de campo..……..……..…….……...……...….	59
23.	Análisis de laboratorio de la composición química del maíz a los 80 días...	60
24.	Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz a los 20 días……..……...…….	60
25.	Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días en el hibrido INIAP-H51 ……...…….	61
26.	Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101……..	61

27. Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días hibrido DK-7508 …… 62

28. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101 ……..... 62

29. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101 ……..….. 63

30. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido DK-7508 ……..…….. 63

31. Análisis especial del tallo en tres híbridos de maíz……..….. 64

CÓDIGO DUBLIN

Titulo:	ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO				
Autor:	Luis Alberto Caicedo Acosta				
Palabras clave:	Absorción	Acumulación	Desacumulación	Particionamiento	*Zea mays*
Fecha de Publicación:					
Editorial:					
Resumen **Abstract**	El estudio se ejecutó en la finca experimental "La María", predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y siete bloques y se empleó la prueba de Tukey ($p>0.05$). Las variables analizadas fueron: biomasa seca total, biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca, tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca y absorción de nutrientes. El hibrido de maíz UTEQ-101 lidero en cuanto a la acumulación total de biomasa seca en kg MS m^{-2}. La tasa de desacumulación de biomasa en tallo y hoja permitió un mayor tamaño de la mazorca. Por otro lado la absorción de nutrientes fue mayor en todos los híbridos estudiados, por ende esto indica que para obtener altas producciones, es necesario optar por una fertilización contralada de acuerdo al análisis de suelo, supliendo sus necesidades específicas. The study was carried out on the experimental farm "La María", at the State Technical University of Quevedo. Under a completely randomized block design (DBCA) with three treatments and seven blocks, the Tukey test was used ($p> 0.05$). The variables analyzed were: total dry biomass, biomass accumulated in stem, leaves and cob, rate of accumulation of				

	biomass dry stalk, leaves and cob and nutrient absorption. The maize hybrid UTEQ-101 leads in terms of the total accumulation of dry biomass in kg MS m^{-2}. The biomass depletion rate in stem and leaf allowed a greater size of the cob. On the other hand the nutrient absorption was higher in all the studied hybrids, so this indicates that to obtain high yields, it is necessary to choose a controled fertilization according to the soil analysis, meeting its specific needs.
Descripción	90 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

TÍTULO

“ABSORCIÓN Y PARTICIONAMIENTO DE NUTRIENTES EN TRES HÍBRIDOS NACIONALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA ZONA CENTRAL DEL LITORAL ECUATORIANO”

Introducción.

El maíz, junto con el arroz y la soya, es uno de los cultivos de ciclo corto de mayor importancia en el Ecuador, ya que anualmente se siembran aproximadamente 361.500 ha, que benefician a más de 150.000 productores (1). Entre los años 2009 y 2014, este cultivo experimentó una tasa media anual de crecimiento del 1.9% dejando de manifiesto la preferencia de los agricultores por este cultivo (2). Sin embargo, el rendimiento medio por hectárea en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, con 3.7, 4.6 y 5.2 t ha^{-1}, respectivamente (1), se encuentra muy por debajo de los 8 t ha^{-1} de rendimiento que con mucha facilidad pueden alcanzar los principales híbridos comercializados en el Ecuador, lo que refleja una brecha del 37 % entre el rendimiento actual y el rendimiento alcanzable (2).

Para mejorar la productividad de los cultivos hay que tener en perspectiva la existencia de factores que definen potencialmente el rendimiento (radiación solar, temperatura, concentración de CO_2, características de la planta), que lo limitan (agua, fertilidad del suelo) y/o que lo reducen (enfermedades, plagas, malezas), de forma específica en los diferentes ecosistemas, lo cual se manifiesta en la producción final del cultivo. Esto al mismo tiempo determina un rendimiento actual, alcanzable y potencial. Y en muchas partes del mundo, la evidencia sugiere que el uso eficiente del agua y de los nutrientes constituyen una estrategia real para reducir la brecha entre el rendimiento actual y el potencial (3).

Bajo condiciones no restrictivas de humedad en el suelo y un adecuado control de enfermedades, plagas y malezas, el factor más determinante para reducir la brecha entre el rendimiento actual y el potencial es la fertilidad del suelo. Sin embargo, para la definición de un nivel adecuado de fertilidad es necesario determinar la demanda de nutrientes del cultivo en cada agroecosistema, al igual que su particionamiento de biomasa en los diferentes órganos de la planta a lo largo del ciclo productivo, a fin de establecer estrategias de fertilización diseñadas para alcanzar el máximo rendimiento (4).

Sobre la base de los antecedentes expuesto se plantea evaluar la absorción y particionamiento de nutrientes en tres híbridos triples de maíz (*Zea mays* L.), a fin de establecer la demanda de nutrientes para este cultivo, que permita alcanzar el máximo rendimiento, en la zona central del litoral ecuatoriano.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El cultivo de maíz tiene una gran capacidad de acumulación de biomasa y al mismos tiempo de absorción de nutrientes, lo que a su vez hace que la productividad del cultivo sea altamente dependiente de la fertilidad del suelo y/o de la adición de fertilizantes al suelo, esto debido principalmente al corto periodo vegetativo y a la alta producción de biomasa por unidad de superficie, producto dominantemente de la ruta metabólica utilizada por la planta de maíz para fijar el CO_2 atmosférico (5). Para determinar la dosis de fertilización se debe evaluar aspectos asociados al cultivo, como el particionamiento biomasa y absorción de nutrientes bajo condiciones ideales de producción (sin restricciones hídricas, adecuado control de malezas y enfermedades, etc.), estableciéndose de este modo la demanda de nutrientes del cultivo. Sin embargo, estos aspectos no han sido evaluados en los híbridos de maíz (desarrollados por las instituciones estatales como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) por lo que la dosis de fertilización y el momento de la adición son establecidas hasta cierto punto de forma subjetiva.

Diagnóstico.

La biomasa alcanzable de un cultivar o híbrido es determinada en un alto grado por las condiciones dominantes del agroecosistema en las que sea expuesto a crecer y desarrollarse, lo que determina un requerimiento distinto de nutriente para un mismo cultivar o híbrido dependiendo de la zona en que sea sembrado, la época del año, la capacidad de absorber y removilizar nutrientes (6). Quevedo y sus alrededores es una zona dominantemente maicera, por lo que se han desarrollado híbridos de maíz que han mostrado tener una buena adaptación (tolerante a enfermedades, buena relación rendimiento demanda de insumos, etc.) entre los que se destaca el híbrido INIAP-H551, el UTEQ-101. Sin embargo, a pesar de tener una tener una buena adaptación a la zona y de ser ampliamente sembrado por los agricultores (es el caso del híbrido INIAP-H551) se desconoce aspectos relevantes previo al establecimiento de la dosis de fertilización, como establecer que proporción de la biomasa producida se acumula a nivel de tallo y hojas, cuanto de la biomasa contenida en el tallo y hojas es removilizada para el llenado de

mazorca, y sobre todo cuanto N, P, K, Ca, Mg y S se requiere por cada unidad de biomasa, ya sea no comercial (tallo y hojas) o comercial (mazorca).

Pronostico.

¿Será efectivo la absorción de nutrientes en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.), considerando las características de los híbridos evaluados?.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cómo influye el particionamiento de la biomasa y la absorción de nutrientes en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona central del litoral ecuatoriano?.

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Qué proporción de la biomasa producida se acumula a nivel de tallo y hojas, cuanto de la biomasa contenida en el tallo y hojas es removilizada para el llenado de mazorca?.

¿Cuánto N, P, K, Ca, Mg y S se absorbe por cada unidad de biomasa total producida?.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Determinar el particionamiento de la biomasa y la absorción de nutrientes en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona central del litoral ecuatoriano.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Establecer que proporción de la biomasa producida se acumula a nivel de tallo y hojas, cuanto de la biomasa contenida en el tallo y hojas es removilizada para el llenado de mazorca.
- Determinar la absorción/requerimiento total de N, P, K, Ca, Mg y S por cada unidad de biomasa.

1.3. Justificación.

Actualmente el maíz es un cultivo de gran escala socio-económica en nuestro país, debido a esto es indudable la necesidad de buscar nuevas tecnologías de manejo que permitan elevar el potencial productivo de los híbridos en las siembras comerciales, tomando en consideración la demanda de nutrientes por parte del cultivo, por lo tanto, se ha hecho necesario la implementación de este trabajo, debido esencialmente a que las investigaciones han estado asentadas en evaluar un solo tipo de fertilizante, comprobando su comportamiento dentro del estudio, es por ello que es de gran importancia analizar las características del nuevo hibrido de maíz de la UTEQ y dos híbridos comerciales en cuanto a la demanda de nutrientes y su respuesta a los niveles de fertilización sostenida (7).

Se considera transcendental iniciar este tema investigativo para conocer la demanda de nutrientes que presentan los híbridos triples como nuevos materiales vegetales, y las técnicas de cultivo. Dependientemente mediante la información generada por la presente investigación se brindará a los agricultores nuevas alternativas de mejorar sus rendimientos mediante el uso de los mejores híbridos y efectivos niveles de fertilización.

Además; la demanda actual de maíz ha hecho que el precio suba considerablemente; por lo que, es una muy buena opción para cultivar y para que sea una actividad aún más rentable se hace necesario considerar un buen manejo en fertilización en la cual se basa esta investigación.

Logrando de esta manera contribuir a la seguridad alimentaria de la población Costera del país, indirectamente, esto se debe a que los agricultores de la zona cuentan con diversas especies de animales domésticos como pollos, cerdos entre otros los cuales podrán mejorar sus rendimientos con el grano de maíz o los restos de la cosecha.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

Acumulación de biomasa.

El termino acumulación de biomasa puntualiza la producción vegetativa en un determinado cultivo, en este caso el maíz (cañas, hojas, y mazorcas), que permiten la formación del grano (5).

Desacumulación de biomasa.

El termino desacumulación se refiere a la liberación de energía y fuentes nutritivas que permiten a la planta mantenerse y desarrollarse (6).

Llenado de mazorca.

Se refiere al proceso mediante el cual el llenado de los granos comienza luego de ocurrida la fecundación y termina una vez que se alcanza la madurez fisiológica (7).

Absorción de nutrientes.

Consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido (8).

Grados días de crecimiento.

El concepto de unidades calor o grados-días supone que la tasa o velocidad del desarrollo de los cultivos es exactamente proporcional a la temperatura de su ambiente. La suposición de esta relación lineal entre la temperatura y la tasa de desarrollo, es el punto de partida para la determinación de las temperaturas umbrales y unidades calor que requiere una determinada especie (9).

Híbrido de maíz.

Desde el enfoque botánico, la hibridación representa el cruzamiento de líneas, variedades, tipos, especies y de géneros desiguales (10).

Híbrido triple.

Desde una perspectiva económica, la semilla de híbridos triples es menos costosa de producir que la de cruzamiento simple; estos se desarrollan más uniformes y a tener un rendimiento sutilmente superior que los híbridos dobles. Además, es formado por la cruza entre un híbrido simple de excelente rendimiento que actúa como hembra y como el macho, una línea pura que produzca gran cantidad de polen (4).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Producción de biomasa.

El cultivo del maíz cuyo nombre científico es *Zea mays* L., produce una gran cantidad de biomasa, de la cual el hombre cosecha escasamente cerca del 50% en forma de grano. El resto, pertenece a diversas estructuras de la planta, tales como tallo, hoja, limbos mazorca entre otros (5).

La producción de biomasa fresca que forma el cultivo de maíz de grano (tallo, hojas, y mazorcas), oscila entre 20 a 35 t ha^{-1} y en el maíz, la producción de maíz varía entre 16 a 25 t ha^{-1}. La proporción entre los componentes del residuo y los granos obedece principalmente de la variedad, el nivel de fertilización y tipo de cultivar (Tabla 1).

Tabla 1. *Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz.*

Componente	Porcentaje del peso seco del maíz
Panoja	12.0
Tallos	17.6
Brácteas	8.9
Total	**38.5**
Mazorca	11.8
Grano	49.7
Total	**61.5**
Total	**100**

(11) (12).

2.2.1.1. Recolección, tratamiento y ensilaje

Aún cuando la biomasa originaria por el maíz es alta, en el caso de la cosecha mecánica un porcentaje importante de los componentes no se puede cosechar, ya que quedan muy picados. Sin embargo, se puede manejar directamente con animales a pastoreo. Se estima que al pastorear un rastrojo de maíz con bovinos, se pierde entre un 50 y 70 %, pudiendo mantenerse 1.5 unidades animales (UA) por hectárea durante 90 - 100 días (13).

2.2.1.2. Aspectos determinantes de la acumulación de biomasa.

El N llega a la raíz por flujo masal; es decir mediante un proceso transformado por diversos factores, suelo, clima, planta y manejo. La asimilación o absorción de N se realiza con gasto de energía metabólica por lo que ante un estrés energético ocurre (baja radiación, sequía, etc.) este proceso puede ser reducido significativamente (14).

La acumulación de N en biomasa aérea bajo situaciones permitidas puede variar entre 240 y 320 kg ha^{-1}. Las tasas máximas de acumulación de N fluctúan entre 2.7 y 3.7 kg ha^{-1} d^{-1} durante un periodo que se extendió entre los 25 y 100-120 días después de la emergencia, de acuerdo a los híbridos considerados. La removilización de N varía de acuerdo a la relación fuente/destino durante el llenado de granos, con valores extremos de 100 kg ha^{-1} de N (14).

El P llega a las raíces por difusión. A mayor desarrollo y profundidad de raíces, mayor concentración del nutriente en la solución y mayor temperatura y humedad del suelo habrá mayor absorción de P por la planta. Suelos con menor capacidad buffer (resistencia a cambiar sus concentraciones de equilibrio), menor tortuosidad de los poros y mayor presión de oxígeno (varía de acuerdo al grado de compactación y anegamiento del suelo) permitirán también una mayor absorción de P por las plantas. El P es absorbido en forma activa, con gasto de energía (15).

El P absorbido no necesita ser reducido para su asimilación, integrándose rápidamente a compuestos orgánicos. La acumulación de P en biomasa aérea alcanza, bajo condiciones potenciales, 50 kg ha^{-1}, con tasas máximas de acumulación de 0.9 kg ha^{-1} d^{-1}. Las tasas diarias de acumulación de P en partes aéreas alcanzan valores altos y sostenidos después de los 40 días de la emergencia. El P acumulado en biomasa aérea en floración representa aproximadamente el 50% del P acumulado a cosecha. La eficiencia de removilización del P es similar a la del N variando entre 39 y 53% y la contribución del P removilizado al P acumulado en grano durante el llenado suele ser algo menor a la del N. El índice de cosecha de P presenta valores mayores a los del N (0.75 vs 0.65-0.69) (16).

El estrés nitrogenado y las deficiencias de P disminuyen la captación de radiación solar por el cultivo y la eficiencia de conversión de la radiación interceptada en materia seca,

produciendo, por lo tanto, mermas en la materia seca total. Las deficiencias de N y P reducen la partición de la materia seca hacia destinos reproductivos solo cuando se generan disminuciones en la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del momento de floración. El rendimiento en grano disminuye como consecuencia de las caídas en la materia seca total y en la partición de la materia seca hacia los granos. El estrés de N y/o de P no afecta la morfogénesis de las estructuras reproductivas (número de granos potenciales) y puede disminuir las espigas por planta, los granos fijados por espiga y el peso de los mismos (17).

2.2.2. Absorción de nutrientes.

En relación a la absorción de nutrientes, la mayoría de las plantas demandan una serie de nutrientes que los obtienen del medio que las rodea y se clasifican en no minerales (carbono, hidrógeno y oxígeno) y minerales. En el caso de los minerales se clasifican en primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc); todos son trascendentes y deben mantener una armonía para el óptimo desarrollo de los vegetales; se podría decir que el N, P y K son los elementos que más se toman en cuenta, ya que éstos son absorbidos en mayor cantidad por las plantas; por lo tanto, es menos factible encontrar deficiencias en los minerales secundarios y micronutrientes (18).

2.2.2.1. Nitrógeno.

Los requerimientos de N son del 43%, y corresponde a 115.4 kg durante los primeros 50 días. Es durante esta época que las hojas (superficie fotosintética) se desarrollan y la planta forma la espiga y las futuras mazorcas, pero previamente de la formación de grano definitivo, la tasa de absorción de N máxima es de 4 kg $ha^{-1}día^{-1}$, esto es, alrededor de 40 días después de la emergencia. Es en éste momento cuando hay que asegurar la suficiencia de cantidades de N en el cultivo. Después, durante la formación del fruto son necesarios aproximadamente otros 153.4 kg N ha^{-1} (19).

2.2.2.2. Fósforo.

El cultivo de *Z. mays* absorbe cerca del 30% de los requerimientos de P_2O_5 - 33.6 kg durante los primeros 50 días. El fósforo es importante para el desarrollo inicial de la raíz y la plantula. La absorción depende en gran medida de la temperatura del suelo, la humedad y de su nivel de fósforo. La colocación de P_2O_5 en surco o abajo de la semilla es

fundamentalmente importante en las zonas o épocas frías. El desarrollo del grano demanda de unos 78.4 kg adicionales de fósforo (P_2O_5). La tasa de absorción alcanza su máximo nivel a los 1.7 kg P_2O_5 ha^{-1} $día^{-1}$ después de aproximadamente 60 días de crecimiento (20).

2.2.2.3. Potasio.

Es absorbido cerca del 30% de sus requerimientos de K_2O es de 140 kg durante los primeros 50 días. La tasa de absorción de potasio es máxima a los 5 kg ha^{-1} $día^{-1}$ durante el segundo período de crecimiento de 25 días. Este cultivo absorbe mucho de sus requerimientos de potasio durante el crecimiento temprano, absorbiendo el 75% del total de K_2O antes de la época de formación de la mazorca. El potasio es vital para el buen funcionamiento de los estomas de la hoja, en la producción y translocación de azúcares a toda la planta y especialmente a las mazorcas en desarrollo (21).

2.2.2.4. Mantenimiento de altos rendimientos de maíz.

Los agricultores y productores de maíz a través del análisis químico del suelo logran valorar las dosis de fertilizantes para asegurar el suficiente suministro para las plantas, en las simetrías correctas cuando el cultivo lo necesita durante toda la temporada de crecimiento. El uso combinado de herramientas de investigación (análisis químico de suelo) más estudios de absorción de nutrientes, permiten desarrollar habilidades para adicionar una fuente correcta de nutrientes, en dosis adecuadas en el momento y lugar preciso (22).

Al hacer las cosas a tiempo, el agricultor transforma su suelo en una “alcancía” con nutrientes listos para cuando la planta los necesite. Al aplicar las cantidades apropiadas de cal, N, P, K, Ca, Mg, y S y de micronutrientes asegura que el potencial de rendimiento del híbrido seleccionado pueda expresarse. El agricultor siempre recuerda que el maíz para silo extrae del campo mucho más nutrientes que el maíz para grano, especialmente potasio. Él también recuerda que el cosechar elote entero se lleva más nutrientes que el grano solo (23).

2.2.3. Necesidades de elementos nutritivos.

Las necesidades nutricionales de cualquier planta son categóricas por la cantidad total de nutrientes que precisa extraer durante su desarrollo fisiológico. Esta extracción total dependerá, por tanto, del rendimiento obtenido y de la concentración de nutrientes en el grano y en el forraje. Tanto si se aprovecha solo el grano, como si además se usan las partes verdes como forraje, será necesario poner a disposición de la planta la cantidad total de elementos nutritivos que ésta extrae (24).

La composición elemental del grano fluctúa comparativamente poco, pero no sucede así con la composición del forraje, que es sumamente inconstante. Por otra parte, el porcentaje de la producción total que constituye el grano puede variar entre 30 y 60%. Entre las causas de esta variabilidad, además de la influencia varietal, podemos mencionar:

- El ciclo de maíz o número de días transcurridos desde la nascencia hasta la madurez fisiológica: los maíces de ciclo largo dan, habitualmente, altas relaciones grano/forraje.
- La fecha en que se efectúa la siembra: las siembras tempranas elevan el rendimiento en grano (25).
- La densidad de plantación: el aumento de densidad hace que disminuya el número medio de mazorcas por planta así como el peso de éstas. El resultado positivo que sobre el rendimiento tiene el mayor número de plantas queda anulado, a partir de una densidad de plantación dada, por el efecto depresivo sobre las dos variables mencionadas. Este hecho traduce en una disminución de la relación grano/forraje, incluso aunque se obtenga el mismo rendimiento (26).

Por las razones anteriormente dadas, la tabla 2 adjunta es sólo indicativa. Las extrapolaciones que se hagan para otras producciones sólo nos darán, por tanto, una idea del contenido de nutrientes a ese nivel de producción. Nutrientes contenidos en la parte aérea de una cosecha de maíz de 9100 kg ha^{-1} (27).

Tabla 2. *Nutrientes contenidos en la parte aérea de una cosecha de maíz de 9100 kg ha^{-1}*

Elementos	**Absorción de nutrientes (kg) y su concentración**			
	Forraje	Grano	Total	Porcentaje en el grano (%)
Nitrógeno (N)	61.6	128.8	190.4	68
Fósforo (P)	7.8	31.4	39.2	80
Potasio (K)	156.8	39.2	196.0	20
Calcio (Ca)	39.2	1.1	40.3	4
Magnesio (Mg)	32.5	11.2	43.7	26
Azufre (S)	9.0	12.3	21.3	58
Cloro (CI)	76.2	4.5	80.7	6
Hierro (Fe)	2.0	0.11	2.11	5
Manganeso (Mn)	0.28	0.06	0.34	17
Cobre (Cu)	0.09	0.02	0.11	20
Zinc (Zn)	0.20	0.20	0.40	50
Boro (B)	0.13	0.04	0.17	25
Molibdeno (Mo)	0.003	0.006	0.009	63

* Datos derivados del análisis químico de muestras de maíz procedentes de las estaciones de Indiana, Iowa, Michigan y Nebraska (28).

La concentración de nutrientes en la hoja no es firme durante la vida de la planta, ni, tan siquiera, a lo largo de la planta misma. El conocimiento del estado nutricional de la planta demanda determinar, a pesar de ello, la parte de la planta y el momento de la vida en que existe mayor similitud entre nivel de nutrientes de la parte elegida para el análisis y rendimiento. Así, es posible conocer si existe deficiencia de algún nutriente. La mayoría de los investigadores concuerdan en hacer el análisis en el momento de la floración sobre una de las hojas, aunque difieren sobre qué hoja ha de analizarse (29).

En diagnosis foliar se usa el término de nivel crítico. Este término tiene diversas definiciones, pero generalmente indica el umbral mínimo de contenido de nutrientes que permite conseguir el 95% del rendimiento máximo. La mayoría de trabajos indican que la hoja opuesta a la mazorca, en el momento en que aparece la inflorescencia masculina, es la hoja en que la concentración de nutrientes tiene una alta correlación con el rendimiento relativo máximo. Se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. *Concentración de nutrientes en el momento en que aparece la inflorescencia masculina.*

Nutriente	Concentración (mg kg^{-1})	Nutriente	Concentración (mg kg^{-1})
N	30000	Mn	15
P	2500	Fe	25
K	19000	B	10
Ca	4000	Cu	5
Mg	2500	Zn	15
		Mo	0.2

(30).

2.2.4. Vías y mecanismos de absorción de nutrientes.

2.2.4.1. Nitrógeno (N).

En la absorción de nitrógeno se pueden diferenciar tres fases, según el ritmo o velocidad de absorción: la primera fase alcanza desde la nascencia hasta un mes antes de la aparición de las (barbas) o estilos de las flores femeninas; la segunda se desarrolla durante el mes anterior a la aparición de las (barbas); y la tercera nos lleva hasta el momento de la madurez fisiológica (23).

En la primera fase la absorción se lleva a cabo a un ritmo muy lento. La planta extrae solo el 8% de sus necesidades totales, no llegando el peso seco al final del periodo al 5% del peso en el momento de la madurez. Esto indica que existe una elevada concentración de nitrógeno en los tejidos jóvenes, concentración que tiene una gran influencia sobre el número de granos por mazorca (31).

2.2.4.2. Fósforo (P).

La absorción del fósforo es mucho más lenta que la del nitrógeno y circula paralela a la acumulación de materia seca durante la mayor parte del desarrollo vegetativo de la planta. Dentro de la casi linealidad de la curva de absorción, sólo hay que destacar un cambio en la pendiente de la curva poco después de la aparición de los estilos femeninos. Esta modulación señala el descenso que se produce en la extracción media diaria de P cuando la

planta pasa el período crítico de desarrollo, ubicado en los alrededores de la aparición inflorescencia masculina y de las barbas (11).

A diferencia de lo que sucede en el caso del nitrógeno, el fósforo está muy uniformemente repartido en la planta. Las hojas y el tallo alcanzan su contenido máximo en el momento en que comienza a formarse al grano. Es en este mismo instante cuando se inicia la translocación o emigración del fósforo de los órganos vegetativos hacia el grano (7).

2.2.4.3. Potasio (K).

La extracción de potasio es sumamente rápida a partir del momento de la nascencia. El ritmo de absorción es incluso superior al del nitrógeno. Este hecho sugiere la ventaja de la inclusión del potasio en el fertilizante (iniciador) en cantidad elevada. Cerca de unos 20 días antes de la emergencia de los estilos femeninos la velocidad de absorción se eleva rapidísimamente, manteniéndose prácticamente constante durante 20 - 25 días (32).

En este período la absorción diaria puede lograr hasta 7.3 kg ha^{-1}. Al principio, el potasio absorbido se encuentra fundamentalmente en las hojas y en el tallo. La máxima concentración en las hojas se alcanza en el período existente entre la aparición de la panícula masculina y la de las barbas. A partir de este momento es el tallo el órgano que acumula más potasio. Al igual que en el caso de los otros macronutrientes citados, se produce emigración del potasio hacia el grano, pero la translocación es más lenta y mucho menos importante (33).

2.2.5. Nutrientes secundarios (Ca, Mg y S).

2.2.5.1. Calcio (Ca)

El calcio es esencial para el crecimiento continuo de los meristemas apicales de las plantas, juega además un rol importante en el metabolismo del nitrógeno, pues en ausencia de este elemento muchas especies son incapaces de absorber y asimilar nitratos. Por otra parte, el calcio es un elemento relativamente inmóvil dentro de la planta (28).

En maíz la deficiencia de calcio es rara, siendo más importantes los efectos laterales de los contenidos bajos de calcio en el suelo (pH ácido, demasiado manganeso, hierro y

aluminio), que usualmente tienen un crecimiento adverso sobre el crecimiento de la planta, siendo necesario que los contenidos de este elemento en el suelo sean demasiado bajos para que se manifieste la deficiencia (28).

2.2.5.2.Magnesio (Mg).

Las necesidades de magnesio del maíz son similares a las de calcio o fósforo, pero el grano es netamente más rico en el primero de ellos. La deficiencia en magnesio produce rayas blancuzcas a lo largo de las venas y, con frecuencia, el envés de las hojas inferiores toma una coloración púrpura. Esta deficiencia puede producirse en suelos arenosos ácidos, incluso si su pH se ha elevado a 6 mediante enmiendas calizas. Naturalmente que este caso sólo se produce cuando dichas enmiendas no contienen magnesio (34).

2.2.5.3. Azufre (S).

Las necesidades en azufre de la planta de maíz son mínimas. En suelos con 4-4.8 mg kg^{-1} de SO_4= (extracción por CO_3HNa) una mejora en el rendimiento cuando se usaban bajos niveles de nitrógeno y yeso como portador de azufre. El nivel de azufre en la hoja es de aproximadamente 0.24%; sin embargo, no existe correlación entre la concentración de nitrógeno/concentración de azufre y el rendimiento (31).

Se presume que, los casos de falta de azufre serán más frecuentes en el futuro, dado el empleo de abonos cada vez más concentrados de N, P, K y pobres en S. Así como el uso de híbridos cada vez más productivos, característicos de sistemas modernos de producción agrícola (31).

La deficiencia en azufre se traduce en un desarrollo más lento de la planta acompañado de una coloración de verde clara a amarilla, en las hojas más jóvenes sobre todo, lo que permite distinguirla de la falta de nitrógeno, ya que ésta se manifiesta en primer lugar en las hojas más viejas. A veces provoca la aparición de una coloración rojiza en las hojas más viejas y en las parte baja del tallo (35).

2.2.6. Factores asociados al suelo en relación a la absorción de nutrientes.

El maíz agota el suelo en cantidades considerables, siendo únicamente bajo un correcto suministro de nutrientes cuando puede rendir convenientemente; de aquí que esta planta se la ha considerado como una excelente indicadora del estado nutritivo del suelo, pues reacciona bien a la aplicación de fertilizantes. Por otra parte el desarrollo de maíces de alta producción involucra el uso de mayor cantidad de nutrientes, los cuales pueden ser proporcionados por medio de la fertilización (36).

2.2.7. Algunos aspectos de la fertilización en maíz.

2.2.7.1. Elementos primarios en maíz.

El nitrógeno desempeña un papel significativo en el aumento de la producción del maíz; este elemento además de incitar el crecimiento vegetativo incrementando la capacidad fotosintética de la planta, participa rápidamente en la formación de proteínas. Con respecto al fósforo sus requerimientos son bajos comparados a los del nitrógeno y potasio, no obstante es un elemento importante en la nutrición, pues favorece el desarrollo del sistema radicular, formación de semillas y maduración de la mazorca. Los requerimientos del maíz para el potasio son grandes, siendo este elemento esencial para un crecimiento vigoroso (25).

2.3. Investigaciones relacionadas.

En una investigación realizada en la "Nutrición del maíz, requerimientos y absorción de nutrientes", se evaluó la biomasa y la absorción de nutrientes. Para el cálculo de la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes del, fue necesario la cosecha de 15 plantas en cinco diferentes estados fenológicos V3 (tres hojas), V10 (diez hojas), R1 (floración), madurez fisiológica y comercial (MF y MC, respectivamente). Las plantas cosechadas fueron secadas a 70ºC para la determinación de materia seca. Posteriormente, las muestras fueron molidas y pasadas por un tamiz de 0.1 mm. Seguidamente, se procedió a determinar las concentraciones de P y S mediante digestión acida con ácido nítrico y perclórico (10).

Por consiguiente, se observaron respuestas significativas a los tratamientos de fertilización. Las respuestas promedios de N, P, S y total (NPS) fueron de 3248, 1369, 698 y 5359 kg ha^{-}

[1]. Al evaluar el efecto de cada nutriente en forma individual, se identificó que la aplicación de N y de P incrementó los rendimientos; cuyos niveles de fertilización se pueden detectar a los 25 días posteriores a la siembra del cultivo (estadio tres hojas; V3). En la floración, la absorción de N presentó un rango de 50 y 126 kg N ha^{-1}, resultando en promedio, un 50% del total de N acumulado a madurez fisiológica. En general, la cantidad de N absorbida postfloración se encuentra directamente determinada por la demanda de N del grano, y las diferencias en el nivel de removilización pre-floración y la tasa de absorción de N, contribuyen a la acumulación de diferentes contenidos de N en grano y por ende a los rendimientos del cultivo.

En el caso del P, al momento de la floración, la absorción total del nutriente representó un 57% del total acumulado por el cultivo en su madurez. Siguiendo un patrón de absorción similar al N. Por otro lado, la absorción de S al momento de floración fue de un 47% respecto del total acumulado al momento de cosecha del cultivo, presentando un rango de entre 10 a 18 kg S ha^{-1}.

En el caso del grano, la remoción de N en grano, representó entre el 69 y 74% del total de N acumulado por el cultivo a madurez comercial. Para el caso de P, la remoción en el grano presentó una variación entre el 75 y 82% del total de P acumulado por la planta.

Por su parte al realizar una investigación en la "Acumulación y distribución de fitomasa en el asocio de maíz (*Zea mays* L.) y fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.)", en donde se evaluaron los pesos secos de: hojas, tallo, mazorcas y panícula del maíz. Se encontraron diferencias significativas ($P<0.001$). El peso seco de hojas en una variedad de maíz fue de 16.15 g $planta^{-1}$; entre las semanas 6-12 y fue mayor ($P<0.05$) que en la variedad Mo 13.23 g planta-^{1} cuando el maíz estaba en desarrollo de hojas y alargamiento del tallo; sin embargo fue menor en floración y en el llenado de granos, en donde la variedad MxFBE, obtuvo: 29.18 g; y la variedad Mo, obtuvo: 32.49 g; entre las semanas 16-26 (37).

Por otro lado, la fitomasa en las hojas durante el alargamiento del tallo y la emergencia de la panícula fue superior (28.09 g) para la variedad MxFBR, en comparación a la obtenida para la variedad Mo 24.87 g; mientras que fue inferior cuando el maíz estaba en llenado de granos, en donde la variedad MxFBR, obtuvo: 28.75 g; mientras que la variedad Mo, obtuvo: 31.08 g.

Se observó que en la variedad MxFBR, fue mayor en el peso seco de las hojas en comparación con Mo, en la fase vegetativa del maíz. Este proceso de dió, tal vez, porque la planta aumentó la producción de fotoasimilados como respuesta al asocio con fríjol, pero se redujo cuando la planta estaba en llenado de granos; igualmente, se apreció que en la variedad Mo y MxFR, disminuyó a partir de la semana 18, posiblemente, por la translocación de fotoasimilados desde las láminas foliares hacia otros órganos.

Al estudiar el "Rendimiento y competencia entre plantas de maíz (*Zea mays* L.) según su variabilidad temporal en la emergencia", se estimó la cantidad de biomasa acumulada en los órganos de la planta en sus diferentes estadios fisiológicos. Por lo tanto, en cuanto a la relación híbrido-tratamiento no se observó interacción estadísticamente significativa. Tampoco se encontraron diferencias estadísticas, en el análisis de la biomasa particionada (hojas, tallos y panojas) entre los dos híbridos analizados, excepto en espigas, debido a la diferencia de ciclo de los mismos (Tiempos térmicos de emergencia a floración: 740 °C día para el hibrido AX 877 y 690 °C día para el DK 615) (13).

Al realizarse la medición, el mismo día (por cuestiones operativas), no se encontraban ambos en igual estadío fenológico, por lo cual el peso de la espiga afectó, incrementando el valor total de biomasa producida por planta para el hibrido DK-615 (ya que presentaba mayor desarrollo). En esta investigación, el 15% de las plantas emergidas a los 14 días posteriores no obtuvieron significancia estadística; sin embargo, las plantas emergidas con 14 días de retraso, redujeron de forma importante la producción de biomasa, tanto particionada como total.

No obstante, obtuvo diferencia significativa en la producción de biomasa en espiga y por lo tanto en grano (ya que tienen igual relación), en este caso el híbrido AX-877 presentó mayor peso de espiga que el DK-615. En el estadío anterior (R1) se presenciaba un mayor peso en espiga del DK-615 debido a que la siembra y posterior toma de muestras se realizaron el mismo día para ambos híbridos, y al ser de diferentes requerimientos térmicos, el DK-615 presentó mayor desarrollo ante el AX-877. Estas diferencias se fueron diluyendo a medida que avanzó el ciclo del cultivo (desde R1 a R6), y el AX 877 superó al DK-615 en la producción de biomasa de espigas y grano. La mayor producción de biomasa en espigas del híbrido de AX-877 se debió a la diferente genética. En este caso tampoco se evidenció interacción entre el híbrido y el tratamiento.

El particionamiento de la materia seca y el potencial del rendimiento de granos en el maíz (*Zea mays* L), con dos densidades de plantas^{-1} (60000 y 100000 plantas ha^{-1}) y tres tasas de nitrógeno (60, 120 y 180 kg de N ha^{-1}) y determino que con el aumento de la tasa de N, se incrementa significativamente el peso de las hojas de la planta-^{1} desde un mínimo de 22.61 g a la tasa más baja de N hasta un máximo de 26.70 g a la tasa más alta de aplicación de N y demostró que el uso eficiente del nitrógeno es uno de los insumos más importantes necesarios para aumentar la productividad del maíz, mejorando significativamente el contenido de materia seca (38).

En un estudio "Respuesta del maíz a diferentes niveles de fosforo bajo condiciones calcárias del suelo" determino que independientemente de las etapas de crecimiento, es cierto que con los aumentos de los niveles de P la concentración de P en hojas de maíz tiende a aumentar. En la etapa de crecimiento vegetativo, la concentración de P en el maíz fue 1.13 P_2O_5 y aumentó a 1.72 con 180 kg P_2O_5 ha^{-1}; sin embargo en el llenado de grano se registró la máxima concentración de P (1.77 kg ha^{-1}.), con una aplicación de 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} (39).

El estudio del particionamuento y removilizacion de nutrientes en el cultivo de maíz. Este autor menciona que los nutrientes totales requeridos por hectárea para producir 23.0 Mg ha^{-1} de biomasa total y 12.0 Mg ha^{-1} de grano incluyen 286 kg de N, 114 kg de P_2O_5, 202 kg de K_2O, 59 kg de Mg, 26 kg y S, 1.4 kg. Por otro lado se identificó que la absorción total ocurrió después del periodo de florecimiento. En relación a esto, la dependencia del germoplasma de maíz actual sobre el aumento de la acumulación de biomasa, así como la partición de la materia seca en el grano, involucra que la demanda de absorción y remobilización de nutrientes también puede ser mayor (36).

En la absorción total de nutrientes a la madurez fisiológica no fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), obteniendo promedios relativos de absorción de N de 8.9 kg ha^{-1} d^{-1}, cuya concentración de N en el grano fue de 13.9 g kgha$^{-1.}$ Así mismo en la absorción de P 2.4 kg ha^{-1} d^{-1}, K 5.8 kg ha^{-1} d^{-1}, Mg 2.2 kg ha^{-1} d^{-}1 y S 0.7 kg ha^{-1} d^{-1} (36).

Al determinar el contenido de nutrientes en la planta después de la fertilización con Mg, Fe, Mn y Cu, demostró que las tres fuentes de variación tuvieron un efecto característico

($p < 0.01$) en el contenido de Mg en hojas de maíz, con promedios de que oscilaron entre 2.71 y 2.78 kg t^{-1} (40).

En un estudio sobre el efecto del nitrógeno y el azufre en cultivos de maíz, indican que los niveles de N y S tuvieron efectos positivos sobre el peso seco de las hojas de la $planta^{-1}$ y que con la aplicación de niveles de S, se consiguió un mayor peso seco de hoja (31.5 g) en parcelas donde se empleó niveles de S de 40 kg ha^{-1}, y se registró la planta con menor peso seco de hoja (29.0 g) en las parcelas donde no se aplicó S. Los elementos de la materia seca del maíz se mejoraron significativamente con la aplicación de S (41).

Los niveles de fósforo (P) y su tiempo de aplicación se suponen como los factores más significativos que afectan el crecimiento de los cultivos, la acumulación de materia seca y el índice de cosecha en el maíz (*Zea mays* L.). Por consiguiente, el mayor peso seco de hojas de 31.42 g $planta^{-1}$ se obtuvo de las parcelas aplicadas con el nivel más alto de P a la par con el nivel de P medio y el peso seco mínimo de hojas (26.17 g $planta^{-1}$) se registró en las parcelas que recibieron el nivel de P más bajo. El peso seco mínimo de hoja de 23.17 g $planta^{-1}$ (42).

CAPÍTULO III
METOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se efectuó en la finca experimental "La María", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, situada en el km 7½ de la vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache de la provincia de Los Ríos, dentro de las coordenadas geográficas 01° 0' de latitud Sur y 79° 29' de latitud Oeste, a 75 msnm. La zona de vida corresponde al Bosque Húmedo Tropical, cuyos parámetros meteorológicos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. *Condiciones meteorológicas de la finca experimental La María.*

Parámetro	**Valor promedio**
Temperatura (°C)	24.7
Humedad relativa (%)	87.0
Heliofanía (horas luz año^{-1})	886.1
Precipitación (mm año^{-1})	2613.0
Evaporación (mm año^{-1})	840.0

Anuario meteorológico del INAMI, ubicado en la Estación Experimental Pichilingue (promedio del 2005 al 2015) (43).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación tuvo aplicación en campo, ya que se fundamentó la rama que sustenta la fisiología de los cultivos, a partir de lo cual se detalló la dinámica de acumulación y desacumulación de biomasa de los híbridos de maíz UTEQ-101, INIAP-H551 y DK-7508, tanto a nivel de órganos vegetativos (tallo y hojas) como reproductivos (mazorca). Además, se hizo uso los avances de la química inorgánica y química analítica para determinar la absorción total de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) requeridos para la producción de una unidad de biomasa.

3.3. Método de investigación.

El método de investigación aplicado fue analítico sintético en donde se valoró la demanda de nutrientes de los hibrido de maíz, y el efecto de cada uno de sus tratamientos.

3.4. Fuentes de recopilación de la información.

Las fuentes de información utilizada fueron de naturaleza primaria y secundaria. Con las fuentes secundarias se justificó las razones por lo que era necesario estudiar el particionamiento biomasa y absorción de nutrientes en tres híbridos de maíz UTEQ-101, INIAP-H551 y DK-7508 en la zona central del litoral ecuatoriano, y las fuentes primarias fueron utilizadas para discutir los hallazgos o resultados derivados de la investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

3.5.1. Diseño experimental.

En la investigación se manejó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y siete bloques. El diseño del análisis de varianza se presenta en la Tabla 5. Para establecer diferencias entre las medias de los tratamientos se hizo uso de la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. El modelo matemático bajo el cual se analizó las variables de respuesta fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde: y_{ijk} = Variable de respuesta, μ = Media general, β_i = Efecto del bloque, τ_j = Efecto del tratamiento, y ε_{ijk} = Efecto del error.

El esquema bajo el cual se realizó la investigación se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. *Esquema del análisis de varianza de un DBCA*

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	b – 1	6
Tratamiento	t – 1	2
Error experimental	(b – 1)(t – 1)	12
Total	tr – 1	20

3.5.2. Tratamientos.

El esquema bajo se plantearon los tratamientos, se presenta en la siguiente, Tabla 6.

Tabla 6. *Descripción de los tratamientos.*

Tratamiento	Descripción
T1	UTEQ-101
T2	INIAP-551
T3	DK-7508

3.5.3. Instrumentos de investigación.

3.5.3.1. Variables a evaluar.

a. Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca.

La producción de biomasa de los híbridos UTEQ-101, INIAP-H551 y DK-7508 se valoró en términos de materia seca acumulada por unidad de superficie y tiempo térmico (grados días de crecimiento). Para el efecto se cosechó las plantas existentes en 1 m^2 (aproximadamente entre 5 a 6 plantas m^2), a los 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de la emergencia. Inmediatamente las plantas fueron lavadas y seccionas en sus órganos constituyentes, tallo, hojas y mazorca, los mismos que fueron colocados en fundas de papel, previamente identificadas, para luego ser llevadas a una estufa de aíre forzado a 70 ºC durante 48 horas.

b. Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca.

La producción de biomasa de los híbridos UTEQ-101, INIAP-H551 y DK-7508 se calculó en términos de materia seca acumulada por unidad de superficie y tiempo térmico (grados días de crecimiento). Para tal efecto se cosechó las plantas existentes en 1 m^2 (aproximadamente entre 5 a 6 plantas m^2), a los 20, 40, 60, 80, 100 y 120 días después de la emergencia. Inmediatamente las plantas fueron lavadas y seccionas en sus órganos constituyentes, tallo, hojas y mazorca, los mismos que fueron colocados en fundas de papel, previamente identificadas, para luego ser llevadas a una estufa de aíre forzado a 70 ºC durante 48 horas.

c. Absorción de nutrientes.

Para cuantificar la absorción de nutrientes se determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg y S a nivel de tallo, hojas y mazorca, órganos que previamente fueron llevados a desecamiento en estufa de aíre forzado a 70 ºC durante 48 horas, a los 120 días después de la emergencia. Posteriormente a la determinación de la concentración de nutrientes en el tejido vegetal de cada uno de los órganos que conforman la planta,

3.6. Procedimiento experimental.

3.6.1. Preparación del suelo.

Se procedió a delimitar el área experimental y los diferentes bloques con sus respectivas parcelas. Se efectuó un análisis de suelo en cada bloque y consecutivamente se hicieron correcciones de la fertilidad mediante la adición de fertilizantes hasta alcanzar niveles teóricos de N, P y S de 40, 15 y 20 mg kg^{-1}, y de K, Ca y Mg de 0.5, 5.0 y 2.0 $cmol_{(+)}$ kg^{-1}. Seguidamente, se preparó el terreno con un pase de rastra.

3.6.2. Delimitación de sitio experimental.

Número de tratamientos evaluados:	3
Número de repeticiones:	7
Número de parcelas:	21
Hileras por parcela:	5
Hileras útiles por parcela:	3

3.6.3. Siembra.

La siembra se ejecutó manualmente con la ayuda de espeques, con hoyos de alrededor de 3-4 cm de profundidad, y se plantaron dos semillas por sitio. Se trabajó con un cuadro de siembra de 80 cm entre hilera y 20 cm entre planta.

3.6.4. Aplicación de fertilizante.

La fertilización fue aplicada después de la siembra empleando fertilizantes químicos y s efectuó luego de los análisis respectivos.

3.6.5. Manejo de plagas y enfermedades.

El control de plagas y enfermedades se efectuó orientado en todo momento a mantener sano el cultivo a fin de conseguir el efecto adecuado de los factores en estudio.

3.6.6. Cosecha.

Las mazorcas de las hileras útiles de cada parcela fueron cosechadas de forma manual cuando se terminó el ciclo vegetativo del hibrido (120 días).

3.7. Recursos humanos y materiales.

Material vegetativo.

- ✓ Hibrido triple de maíz UTEQ-101
- ✓ INIAP-551
- ✓ DK-7508

Materiales de oficina.

- ✓ Libro de campo
- ✓ Lápices
- ✓ Computadora
- ✓ Impresora

Materiales de campo.

- ✓ Espeques
- ✓ Machetes
- ✓ Sacos
- ✓ Recipiente para fertilizantes
- ✓ Bomba de fumigar
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Piola
- ✓ Calibrador
- ✓ Cintas de medir
- ✓ Fertilizantes

Insumos.

- ✓ Semilla de híbridos de Maíz

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca.

En análisis estadístico realizado reporta que no hubo variación entre los tratamientos aplicados. Por lo tanto el hibrido de maíz DK-7508 fue estadísticamente igual y obtuvo un promedio total en la acumulación de biomasa de 0.09 kg MS m^2 a los 20 días con un tiempo térmico de 417 grados días. A los 40 y 60 días el hibrido de maíz UTEQ-101, obtuvo un promedio de biomasa acumulada de 1.09 y 1.28 respectivamente. A pesar de esto, se observa que a partir de los 60 y 80 días, ocurre una desacumulación de biomasa en los tres híbridos evaluados. De la misma forma a los 80 y 100 el promedio de biomasa acumulada en kg MS m^2, lo obtuvo el DK-6508 con 0.90. Sin embargo, el hibrido UTEQ-101 a los 120 días, presento la mejor respuesta con un 0.89 kg MS m^2. Cabe destacar que la evaluación de la biomasa total corresponde a los promedios obtenidos en tallo, hoja y mazorca, expuestos a continuación:

La biomasa acumulada en el tallo muestra la diferencia estadística obtenida en los 40, 60, 100 y 120 días. Esto se debió a que a los 20 y 80 días los híbridos analizados no presentaron diferencias estadísticas, obteniendo promedios similares de 0.03 a los 20 días en todos los híbridos. No obstante, a los 100 días la biomasa vario entre 0.15 y 0.11 para los híbridos UTEQ-101 e INIAP-H551, frente al DK-7508 con un promedio de 0.20 kg MS m^2. A los 120 días el hibrido de maíz DK-7508, reporto el mejor promedio con 0.14.

En cuanto a la biomasa acumulada en la hoja, el hibrido de maíz DK-6508 reporto un promedio de 0.06 kg MS m^2 a los 20 días. En este sentido, a los 60 días se observa una desacumulacion de biomasa para los híbridos UTEQ-101 e INIAP-H551, en contraste con lo sucedido con el hibrido DK-7508 que continuo acumulando biomasa. A los 80 días no se observaron diferencias estadísticas, pero si se observó desacumulacion de biomasa en los híbridos INIAP-H551 y DK-7508. A los 100 y 120 días el hibrido DK-6508 fue significativamente diferente con promedios de 0.11 y 0.09 kg MS m^2 respectivamente.

Al final de ciclo vegetativo del cultivo para el llenado de mazorca indican que hubo diferencia estadística a los 60 y 100 días, resaltando el hibrido INIAP-H551 con los mayores promedios, 0.42 y 0.72 kg MS m^2. No obstante a los 80 y 120 días no se observaron diferencias estadísticas, pero la acumulación de biomasa fue mayor. Esto se debió, a que los híbridos que empezaron a desacumular biomasa desde la hoja, obtuvieron

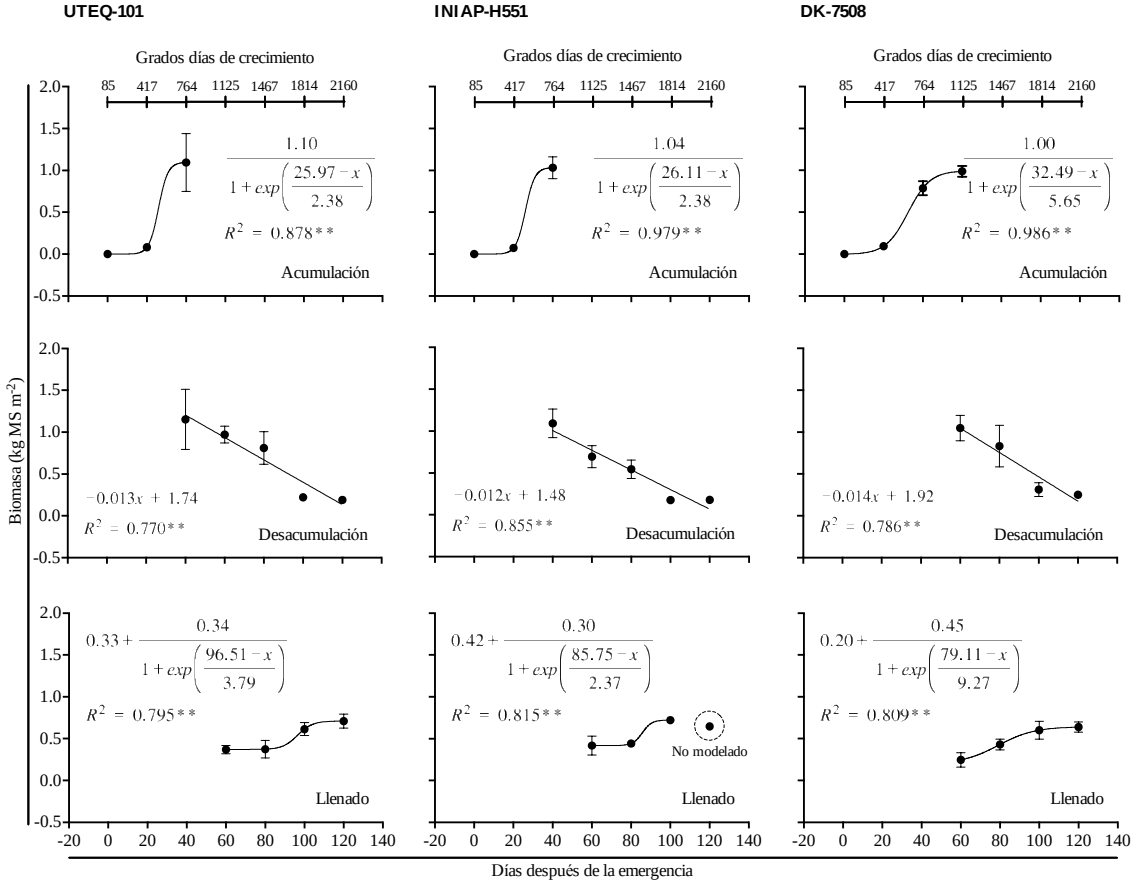
una respuesta favorable en el llenado de la mazorca, por tal razón resalta el hibrido UTEQ-101. Cabe recalcar que una desacumulacion de biomasa temprana, indica un buen tamaño de mazorca inicial (Tabla 7).

Tabla 7. *Biomasa seca total y biomasa acumulada en tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral ecuatoriano.*

Órgano vegetal	Tiempo Térmico +	UTEQ 101		INIAP H551		DK 7508		$\bar{X}$	EEM
		kg MS m^{-2}							
Total	417	0.08	a *	0.08	a *	0.09	a *	0.08	0.00
	764	1.09	a	1.03	a	0.78	a	0.97	0.09
	1125	1.28	a	1.06	b	1.23	ab	1.19	0.05
	1467	1.13	a	0.96	a	1.21	a	1.10	0.07
	1814	0.83	a	0.89	a	0.90	a	0.87	0.03
	2160	0.89	a	0.81	a	0.88	a	0.86	0.03
Tallo	417	0.03	a	0.03	a	0.03	a	0.03	0.00
	764	0.68	a	0.61	a	0.40	b	0.56	0.05
	1125	0.56	a	0.37	b	0.57	a	0.50	0.02
	1467	0.38	a	0.32	a	0.44	a	0.38	0.03
	1814	0.15	b	0.11	b	0.20	a	0.15	0.01
	2160	0.12	ab	0.10	b	0.14	a	0.12	0.00
Hoja	417	0.05	ab	0.05	b	0.06	a	0.06	0.00
	764	0.41	a	0.42	a	0.39	a	0.41	0.04
	1125	0.36	b	0.28	c	0.41	a	0.35	0.01
	1467	0.38	a	0.20	a	0.35	a	0.31	0.05
	1814	0.06	b	0.05	b	0.11	a	0.07	0.00
	2160	0.07	b	0.07	b	0.09	a	0.08	0.00
Mazorca	417	-		-		-		-	-
	764	-		-		-		-	-
	1125	0.37	ab	0.42	a	0.25	b	0.34	0.03
	1467	0.38	a	0.44	a	0.43	a	0.42	0.03
	1814	0.61	b	0.72	a	0.60	b	0.64	0.03
	2160	0.71	a	0.65	a	0.64	a	0.66	0.03

+ Tiempo térmico expresado en grados días acumulados.
* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey (P>0.05)
$\bar{X}$ = Promedios por órgano vegetal y tiempo térmico.
EEM = Error estándar de la media.

Gráfico 1. *Acumulación / desacumulación de biomasa vegetativa total (tallos + hoja) y llenado de mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral ecuatoriano.*



Cada punto (•) es producto del promedio de siete observaciones y las barras (I) representan la desviación estándar. ** altamente significativo.

El gráfico 1 indica los promedios de biomasa total acumulada kg MS m^{-2} (Eje Y), registrada en base al tallo más la hoja que producen el llenado de la mazorca. En el eje de las X se observa los días después de la emergencia y los grados días de crecimiento (tiempo térmico). En general se observa que el hibrido DK-7508 tiene un comportamiento más forrajero que formador de grano. Al dar un ejemplo de ello, se puede mencionar que si este hibrido es cosechado a los 60 días puede ser considerado como un excelente productor de forraje.

También se observa que el hibrido UTEQ-101, acumula hasta los 40 días, registra una acumulación de 1.1 kg MS m^2, de acuerdo al modelo aplicado. Sin embargo este mismo hibrido comenzó a desacumular biomasa a partir de los 40 días en una tasa de des 0.013 kg MS m^2 $día^{-1}$. A pesar de esto, la desacumulacion coincide con el llenado de la mazorca,

y se observa que a los 20 y 60 días ocurre un llenado mínimo, a los 80 y 100 días el llenado se incrementa para decaer a los 120 días. Existen diferencias en el DK-7508, se observa que la tasa de acumulación de biomasa se dio hasta los 60 días.

En llenado es altamente significativo, debido a que los híbridos 1.1 kg MS m^2, UTEQ-101 en acumulación, a los 80 días desacumulado 1.04 kg MS m^2, al obtener el llenado de la mazorca se obtiene 0.06 kg MS m^2. Sin embargo, a este valor es necesario adicionarle el valor promedio de la mazorca 0.67 kg MS m^2, obteniendo un promedio de 0.73 kg MS m^2.

La biomasa total no coincide con los expuestos en la Tabla 4, debido a que acumulo 0.89, y de acuerdo al modelo aplicado llego con 0.73 kg MS m^2. Teniendo un restante de 0.16 kg MS m^2, lo que puede explicarse debido a que los 40 días las hojas se mantiene verdes, teniendo una acumulación de biomasa extra, siendo producto de la fotosíntesis.

4.2. Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca.

El reporte estadístico obtenido demuestra la diferencia estadística en cada uno de los híbridos evaluados. Por lo tanto, el total de biomasa seca acumulada indica que el híbrido de maíz DK-6508 obtuvo el mayor promedio a los 20 y 60 días con 4.77 y 22.26 g MS m^2 d^{-1} respectivamente siendo altamente significativo en comparación con los demás híbridos estudiados.

La acumulación de biomasa seca en el tallo indica que el híbrido UTEQ-101 presento diferencias significativas a los 40 días con un promedio de 32.79 g MS m^2 d^{-1}. A los 60 y 80 días el contenido de biomasa seca acumulada se redujo a 8.72 y -6.78 g MS m^2 d^{-1} respectivamente para el híbrido DK-6508. INIAP-H551. A pesar de esto, a los 100 y 120 días no se observó diferencia estadística en ninguno de los tratamientos.

En cuanto a los resultados de acumulación de biomasa seca en la hoja, se evidencia que el hibrido de maíz INIAP-H551 reporto el mayor promedio a los 40 días con 18.62 g MS m^2 d^{-1}; sin embargo no se observó diferencia significativa. El menor promedio de biomasa seca acumulada en las hojas lo reportó el híbrido UTEQ-101, con un promedio de 0.16 g MS m^2 d^{-1}.

Los mayores promedios de biomasa seca encontrada en la mazorca fueron reportados para el híbrido INIAP-H551 con 6.97 g MS m^2 d^{-1} a los 60 días. A los 80 días, el híbrido que presentó las mejores características fue el DK-7508 con 9.19 g MS m^2 d^{-1}. A los 100 días no se observó diferencia significativa en ninguno de los híbridos evaluados. Finalmente a los 120 días se observó el híbrido UTEQ-101, presento el mayor promedio (4.79 g MS m^2 d^{-1}). Cabe mencionar que el tiempo térmico registrado durante la investigación correspondió a promedios que van desde 417 a los 20 días y 2160 a los 120 días.

En una investigación en la "Acumulación y distribución de fitomasa en el asocio de maíz (*Zea mays* L.) y frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)", en donde se evaluaron los pesos secos de: hojas, tallo, mazorcas y panícula del maíz. Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P<0.001$). El peso seco de hojas obtuvo promedios de (16.15 planta^{-1}; en las semanas 6-12) cuya probabilidad fue mayor ($P<0.05$) que en la variedad Mo que obtuvo (13.23 g planta^{-1}) en la fase de desarrollo de hojas y alargamiento del tallo; sin embargo obtuvo promedios menores en floración y llenado de granos. Pérez, *et al*. (37).

En la investigación "Rendimiento y competencia entre plantas de maíz (*Zea mays* L.) según su variabilidad temporal en la emergencia, se estimó la cantidad de biomasa acumulada en los órganos de la planta en sus diferentes estadios fisiológicos (13).

Un estudio sobre el efecto del nitrógeno y el azufre en cultivos de maíz, indica que los niveles de N y S tuvieron efectos significativos sobre el peso seco de las hojas de la planta^{-1} y que con la aplicación de niveles de S, se obtuvo un mayor peso seco de hoja (31.5 g) en parcelas donde se aplicó niveles de S de 40 kg ha^{-1}, y se registró la planta con menor peso seco de hoja (29.0 g) en las parcelas donde no se aplicó S. Los componentes de la materia seca del maíz se mejoraron significativamente con la aplicación de S (41).

Con la evaluación de la acumulación de materia seca en diferentes híbridos de maíz, indicando que la materia seca total de todos los híbridos aumentó desde la antesis hasta la madurez, mientras que la acumulación de N en las plantas disminuyó en la etapa de madurez (44),

En investigaciones sobre los niveles de fósforo (P) y su tiempo de aplicación se consideran como los factores más importantes que afectan el crecimiento de los cultivos, la

acumulación de materia seca y el índice de cosecha en el maíz (*Zea mays* L.). Por consiguiente, el mayor peso seco de hojas de 31.42 g planta^{-1} se obtuvo de las parcelas aplicadas con el nivel más alto de P a la par con el nivel de P medio y el peso seco mínimo de hojas (26.17 g planta^{-1}) se registró en las parcelas que recibieron el nivel de P más bajo. El peso seco mínimo de hoja de 23.17 g planta^{-1} (42).

Tabla 8. *Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral ecuatoriano.*

Órgano vegetal	Tiempo Térmico +	UTEQ 101		INIAP H551		DK 7508		$\bar{X}$	EEM
		g MS m^{-2} d^{-1}							
Total	417	4.13	ab	3.70	b	4.77	a *	4.20	0.07
	764	50.63	a	47.92	a	34.59	a	44.38	0.92
	1125	9.48	ab	1.61	b	22.26	a	11.12	4.69
	1467	-7.71	a	-5.30	a	-0.96	a	-4.66	3.44
	1814	-15.19	a	-3.46	a	-15.64	a	-11.43	4.15
	2160	3.20	a	-3.72	a	-1.27	a	-0.59	2.02
Tallo	417	1.47	a	1.30	a	1.49	a	1.42	0.09
	764	32.79	a	29.31	a	18.39	b	26.83	2.64
	1125	-6.54	b	-12.11	b	8.72	a	-3.31	2.82
	1467	-8.94	b	-2.56	a	-6.78	ab	-6.09	1.33
	1814	-11.22	a	-10.20	a	-12.04	a	-11.15	1.79
	2160	-1.75	a	-0.66	a	-2.63	a	-1.68	0.55
Hoja	417	2.66	ab	2.40	b	3.28	a	2.78	0.17
	764	17.84	a	18.62	a	16.19	a	17.55	1.84
	1125	-2.48	ab	-7.18	b	1.20	a	-2.82	1.79
	1467	-1.01	a	-3.97	a	-3.37	a	-2.11	2.30
	1814	-15.94	a	-7.21	a	-12.11	a	-11.75	2.63
	2160	0.16	a	0.67	a	-0.48	a	0.12	0.32
Mazorca	417	-		-		-		-	-
	764	-		-		-		-	-
	1125	6.17	ab	6.97	a	4.11	b	5.75	0.56
	1467	0.22	b	1.22	ab	9.19	a	3.54	2.23
	1814	11.96	a	13.96	a	8.52	a	11.48	2.25
	2160	4.79	a	-3.73	b	1.85	ab	0.97	1.94

+ Tiempo térmico expresado en grados días acumulados.
* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey (P>0.05).
$\bar{X}$ = Promedios por órgano vegetal y tiempo térmico.
EEM = Error estándar de la media.

4.3. Absorción de nutrientes.

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia la diferencia estadística reportada en la absorción de nutrientes en cada órgano vegetativo.

Con respecto al total de nitrógeno N absorbido por la planta, el híbrido que demostró la mayor cantidad de N absorbido fue el DK-7508 con 14.57 kg t^{-1}. Se observa que no hubo

diferencia estadística en la absorción de fosforo (P) en ninguno de los híbridos. El potasio (K) absorbido indica que el híbrido que presento el mayor promedio fue el UTEQ-101 con 11.78 kg t^{-1}. Por otra parte, el calcio (Ca) identificado como nutriente secundario, indico que el DK-7508 obtuvo un promedio de 11.61. El magnesio (Mg), reporto valores promedios de 2.89 y 3.33 kg t^{-1} para los híbridos INIAP-H551 y UTEQ-101. No obstante, el azufre (S) no mostró diferencias significativas, obtenido valores comprendidos entre 1.18 y 1.27 kg t^{-1} para los híbridos DK-6508 y UTEQ-101.

Con respecto a la absorción de nutrientes en el tallo, se evidencia que el hibrido UTEQ-101, mostro diferencias estadísticas, obteniendo un promedio de absorción de (N) y (P) de 11.98 y 1.24 kg t^{-1}. Sin embargo, el total de (K) absorbido en el tallo demostró que el hibrido de maíz INIAP-H551 fue significativamente diferente con 16.66 kg t^{-1}. El (Ca) absorbido por el tallo no mostro diferencias estadísticas. El DK-7508 lidero en la absorción de (Mg) con un promedio de 2.83 kg t^{-1}. El (S) absorbido indica que el hibrido UTEQ-101 necesita mayor cantidad de este nutriente por lo que absorbió 1.34 kg t^{-1}.

De acuerdo al análisis registrado, los promedios de absorción de nutrientes por la hoja se muestran a continuación. Se observa que el híbrido de maíz INIAP-H551 fue superior en la absorción de (N) y (P), obteniendo promedios de 17.02 y 1.48 kg t^{-1}. Por otra parte, la absorción de (K) y (Ca) fue mayor en el hibrido DK-7508 con 9.20 y 9.44 kg t^{-1} respectivamente. A pesar de esto el (Mg) absorbido, demuestra que el hibrido UTEQ-101, obtuvo el mayor valor con 3.03 kg t^{-1}; sin embargo no se observan diferencias estadísticas en este nutriente. El valor de (S), mostro diferencias estadísticas siendo también el hibrido UTEQ-101 el de mayor valor con 1.48 kg t^{-1}.

El reporte del análisis estadístico índico los promedios comprendidos en la absorción de nutrientes por la mazorca. El hibrido DK-7508 destaco en la absorción de (N) con 15.33 kg t^{-1}. Se observa que no hubo diferencias estadísticas en el promedio de (P) absorbido por la mazorca. El mayor promedio de absorción de (K) lo obtuvo el hibrido UTEQ-101 con 11.54 kg t^{-1}. Los mayores promedios de absorción de nutrientes secundarios (Ca) y (Mg) fueron obtenidos por el hibrido UTEQ-101 con 11.64 y 3.48 kg t^{-1} respectivamente. El (S) absorbido no presento diferencias estadísticas en ningunos de los híbridos.

En una investigación titulada “Nutrición del maíz, requerimientos y absorción de nutrientes”, se evaluó la biomasa y absorción de nutrientes, obteniendo respuestas

promedios de N, P, S de 3248, 1369, 698 y 5359 kg.ha^{-1}, respectivamente. Por lo que se identificó que la remoción de (N) en el grano, representó entre el 69 y 74% del total de N acumulado por el cultivo a madurez comercial. Para el caso de (P), la remoción en el grano presentó una variación entre el 75 y 82% del total de P acumulado por la planta. Mientras que el (S) varió entre el 54 y 63% (10).

En el estudio "Respuesta del maíz a diferentes niveles de fosforo bajo condiciones calcárias del suelo" se determinó que independientemente de las etapas de crecimiento, es cierto que con los aumentos de los niveles de P la concentración de P en hojas de maíz tiende a aumentar. En la etapa de crecimiento vegetativo, la concentración de P en el maíz fue 1.13 P_2O_5 y aumentó a 1.72 con 180 kg P_2O_5 ha^{-1}; sin embargo en el llenado de grano se registró la máxima concentración de P (1.77 kg ha^{-1}), con una aplicación de 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} (39).

Al estudiar el particionamuento y removilizacion de nutrientes en el cultivo de maíz. Este autor menciona que los nutrientes totales requeridos por hectárea para producir 23.0 Mg ha^{-1} de biomasa total y 12.0 Mg ha^{-1} de grano incluyen 286 kg de N, 114 kg de P_2O_5, 202 kg de K_2O, 59 kg de Mg, 26 kg y S, 1.4 kg. También se identificó que la absorción total ocurrió después del florecimiento. La inferioridad del germoplasma de maíz actual sobre el aumento de la acumulación de biomasa, así como la partición de la materia seca en el grano, involucra que la demanda de absorción y remobilización de nutrientes también puede ser mayor (36).

Al comprobar el contenido de nutrientes en la planta posteriormente de la fertilización con Mg, Fe, Mn y Cu, se señaló que las tres fuentes de variación tuvieron un efecto significativo ($p < 0.01$) en el contenido de Mg en hojas de maíz, con promedios de que oscilaron entre 2.71 y 2.78 kg t^{-1} (40).

Por otro lado, en la absorción total de nutrientes a la madurez fisiológica no fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), obteniendo promedios de absorción de N de 8.9 kg ha^{-1} d^{-1}, cuya concentración de N en el grano fue de 13.9 g kgha$^{-1.}$ Así mismo en la absorción de P 2.4 kg ha^{-1} d^{-1}, K 5.8 kg ha^{-1} d^{-1}, Mg 2.2 kg ha^{-1} d^{-}1 y S 0.7 kg ha^{-1} d^{-1} (36).

Se estudió el particionamiento de la materia seca y el potencial del rendimiento de granos en el maíz (*Zea mays* L), con dos densidades de plantas y tres tasas de aplicación de nitrógeno (60, 120 y 180 kg de N ha^{-1}), se evidenció que el aumento de niveles N en el suelo, se logra incrementar el peso de las hojas por $planta^{-1}$ con promedios comprendidos entre 22.61 hasta 26.70 g de aplicación de N (38).

Tabla 9. *Absorción total de nutrientes primarios (N, P y K) y secundarios (Ca, Mg y S) en tallo, hojas y mazorca de tres híbridos de maíz en la zona central del litoral ecuatoriano.*

Órgano vegetal	Nutriente	UTEQ 101		INIAP H551		DK 6508		$\bar{X}$	EEM
		kg t^{-1}							
Total	N	14.07	ab	13.49	b	14.57	a *	14.04	0.23
	P	3.62	a	3.59	a	3.22	a	3.48	0.11
	K	11.78	a	11.02	b	11.47	ab	11.42	0.18
	Ca	11.32	a	9.94	b	11.61	a	10.96	0.20
	Mg	3.33	a	2.89	b	2.93	b	3.05	0.04
	S	1.27	a	1.19	a	1.18	a	1.21	0.03
Tallo	N	11.98	a	10.18	b	9.73	b	10.6	0.27
	P	1.24	a	0.94	b	0.99	b	1.06	0.02
	K	15.44	b	16.66	a	15.27	b	15.79	0.32
	Ca	10.66	a	11.34	a	10.88	a	10.96	0.30
	Mg	2.52	b	2.72	a	2.83	a	2.69	0.05
	S	1.34	a	0.61	c	1.19	b	1.05	0.02
Hoja	N	15.82	b	17.02	a	16.64	ab	16.49	0.24
	P	1.28	b	1.48	a	1.10	c	1.29	0.03
	K	7.69	b	7.08	b	9.20	a	7.99	0.24
	Ca	8.96	a	9.05	a	9.44	a	9.15	0.23
	Mg	3.03	a	2.85	a	2.83	a	2.90	0.06
	S	1.48	a	0.96	b	0.70	c	1.05	0.02
Mazorca	N	14.25	b	13.64	b	15.33	a	14.41	0.28
	P	4.23	a	4.22	a	4.03	a	4.16	0.12
	K	11.54	a	10.56	b	10.95	ab	11.02	0.22
	Ca	11.64	a	9.82	b	12.10	a	11.18	0.25
	Mg	3.48	a	2.92	b	2.96	b	3.12	0.04
	S	1.24	a	1.30	a	1.24	a	1.26	0.04

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey (P>0.05)
$\bar{X}$ = Promedios por órgano vegetal y tiempo térmico.
EEM = Error estándar de la media.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Las proporciones de biomasa producida en los órganos de una planta de maíz fueron diferentes en cada hibrido. El hibrido de maíz DK-7508 lidero en la acumulación de biomasa por órgano; no obstante los híbridos que iniciaron el proceso de desacumulación temprana de biomasa, indica un buen tamaño de mazorca inicial, factor importante dentro de los índices productivos de un determinado hibrido.

- Los híbridos estudiados requieren una mayor cantidad de nutrientes para producir una buena mazorca; a pesar de esto el hibrido DK-7508 puede ser considerado como productor de forraje, debido a la capacidad de acumulación de biomasa y absorción de nutrientes.

- Se requiere aproximadamente para producir una tonelada de mazorca 14 N, 4 P, 11 K, 11 Ca, 3 Mg, y 1 S kg.

5.2. Recomendaciones.

En base a los resultados expuestos anteriormente se presentan las siguientes recomendaciones:

- Evaluar los factores que puede influir en la proporción de biomasa para el llenado de la mazorca en los diferentes híbridos, utilizados generalmente por los agricultores, permitiendo de esta manera, dar una idea clara del manejo adecuado de sus cultivos para incrementar sus producciones.

- Realizar ensayos en diferentes zonas del litoral Ecuatoriano en relación a la absorción y requerimiento de nutrientes por los híbridos evaluados.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

1. INEC (Instituto Nacional de Estadisticas y Censos). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua: Maíz duro seco. 2014.
2. MAGAP (Ministerio de Agricultura Ganaderia, Acuacultura y Pesca). Maíz duro seco. Boletín Situacional. Ecuador; 2013.
3. Aldrich SRyERL. Producción moderna de maíz. 307 pp Buenos Aires-Argentina: Editorial Hemisferio Sur; 1974.
4. Andrade, F.H., Cirilo, A.G., Uhart, S.A. y Otegui, M.E. Ecofisiología del cultivo de maíz. CERBAS-EEA INTA, Balcarc. FCA-UNMP. Dekalb Press. Argentina; 1996.
5. Astrid Elena Pérez López; Enrique Martínez Bustamante; León Darío Vélez Vargas y José Miguel Cotes Torres. Acumulación y distribución de fitomasa en el asocio de maíz *(Zea mays* L.) y fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.)". Revista Facultad Nacional de Agronomía. 2011.
6. Astrid Elena Pérez López; Enrique Martínez Bustamante; León Darío Vélez Vargas y José Miguel Cotes Torres.. Acumulación y distribución de fitomasa en el asocio de maíz (*Zea mays* L.) y fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev.Fac. Nal. Agr.Medellín.; 66(1).
7. Berardo, A., C. Navarro, y H. Echeverría.. Relación del contenido de fósforo disponible en el suelo y de nitratos en planta con la respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada en trigo. pp. 512-526. In Sociedad Argentina de Ciencia del Suelo (ed). Paraná-Argentina; 1980.
8. Bistin V. Evaluación de niveles de fertilización con N,P, y K. En el cultivo del hibrido de maíz (*Zea mays* L.) AG – 612 en el Recinto Cuatro mangas durante la época lluviosa del año 2000, UTEQ Quevedo-Ecuador; 2002.
9. Cervantes, F., Covarrubias, J., Rangel, A., Arturo, T., Mendoza, M., y Preciado, R. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. Página 101-110: Agronomía mesoamericana; 2013.
10. Ciampitti I.A. y F.O. García.. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. Informaciones Agronómicas Nº 33, Archivo Agronómico Nº 11. IPNI Cono Sur. Acassuso. Buenos Aires-Argentina; 2007.

11. Darwich NA. Niveles de fósforo asimilable en los suelos pampeanos. IDIA 409-412: 1-5.; 1983.
12. Espinoza, J., y J.P. García. Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. : International Plant Nutrition Institute ; 2009.
13. Espósito, G.P; Culasso, V.; Balboa, G.R. Castillo, C.; Seiler, J. Rendimiento y competencia entre plantas de maíz (*Zea mays* L.) Según su variabilidad temporal en la emergencia.; 2005.
14. Fageria NK. The use of nutrients in crop plants. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group. ; 2009.
15. Fontanetto HB. Efecto del método de aplicación del fertilizante fosfórico en maíz a dos niveles de disponibilidad hídrica. Tesis M.S. Univ. Nac. de Mar del Plata Buenos Aires-Argentina; 1993.
16. Freres V. Efectos de la fertilización orgánica, edáfica y foliar sobre la agronomía y rendimiento del cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), en la zona de boliche Provincia del Guayas. Guayas-Ecuador; ; 2013.
17. Fuentes M y Cuzme W. Respuesta del Híbrido de maíz (*Zea mays* L.) DK-7088 a varios niveles de fertilizacion química suplementada con materia organica en la zona de Mocache. Quevedo; 2012.
18. INPOFOS. Manual internacional de fertilidad de suelos. Publicado por Potash and Phosphate Institute. 655 Engineering drive, suite110, Norcross, GA 30092-2837. U.S.A.; 2002..
19. Ramón J. Estudio comparativo de cinco niveles de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en maíz (*Zea mayz* L.); 2014.
20. Ignacio A. Ciampitti MByFOG. Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de Nutrientes.; 2007.
21. González V. Estudio de la fertilización nitrogenada en presencia de la zeolita sobre el rendimiento de grano del maíz híbrido INIAP H–551 en la zona de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador; 2004.
22. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) Guía breve de Hibrido de Maíz para la Zona Central del litoral. Plegable divulgativo Nº 304. Quevedo-Ecuador; 2009.

23. Intriago N. “Fertilización nitrogenada en dos híbridos de Maíz (*Zea mays*) amarillo duro DK 1040 e INIAP H-553 en El Empalme. El Empalme, Ecuador; 2013.
24. J.M. B. Organic nitrogen in soils. p. 93–132. In W.V. Bartholomew and F.E. Clark (ed.) Soil nitrogen. Agron. Monogr. 10. ASA, Madison, WI.; 1965.
25. R.C. M. Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment III. Grain yield and nitrogen accumulation. Pag. 31-43. Field Crops Research. 1988; 18.
26. Ignacio A. Ciampitti, Miguel Boxler y Fernando O. García. Absorción de nutrientes por el maíz de alto rendimiento.
27. Jorge Elizondo y Carlos Boschini.. Producción de forraje con maíz criollo y maíz hibrido. Pag. 13-17.. Agronomía Mesoamericana. 2002; 13(1).
28. Johnson C.M. & A. Ulrich.. II Analytical Methods. For Use in Plant Analysis. Certified Agriculture Experimental Station Bulletin 766. Pp 26-27.; 1959.
29. Lobell DB,CKGaFCB. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. Annual Review of Environment and Resources 34: 1-21. ; 2009.
30. Mengel, K., E. A. Kirkby, H. Kosegarten, and T. Appel. Principles of plant nutrition. 5th edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.; 2001..
31. Uhart, S.A. y F.H. Andrade.. Curva de dilución de N y fertilización nitrogenada en maíz. XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. 20 al 22 de Marzo de 1996. Luján, Mendoza. pp. 448-449; 1996.
32. Palma J. Efecto de la fertilización con NPK sobre el rendimiento de dos híbridos experimentales de maiz (*Zea mays* L).; 2015.
33. Renge lM. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L.) Informaciones Agronómicas N. 53. Venezuela; 2004.
34. Reynolds, MP., Pask, AJD. and Mullan DM. Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation. CIMMYT. México DF.; 2012.
35. Ritchie S.W. & J.J. Hanway. How a corn plant develops: Special report No. 48, Iowa State University.; 1984.
36. Ross R. Bender JWHMLRaFEB. Soil Fertility & Crop Nutrition Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern, Transgenic Insect-Protected Maize

Hybrids. 2012.

37. Pérez, A., Martínez, E., Vélez, L., Cotes, J.. Acumulación y distribucacion de fitomasa en el asocio de maíz (*Zea mays* L.) y frijo (*Phaseolus vulgaris* L.). 2013; 66(1).
38. Amanulluh.. Particionamiento del potencial de materia seca y de rendimiento de granos en el maíz (*Zea mays* L.) influenciado por densidad, tasa y calendario de la aplicación de nitrógeno. Int. J. Sustain. Crop Prod.. 2007; 2(5).
39. Manzoor Ahmad, Mohammad Jamal Khan and Dost Muhammad. Respuesta del maíz a diferentes niveles de fosforo bajo condiciones calcárias del suelo. Sarhad J. Agric. 2013; 29(1).
40. Ivica ĐALOVIĆ, Đorđe JOCKOVIĆ, Yinglong CHEN, and Goran BEKAVAC. Maize nutrient uptake affected by genotype and fertilization. 2015.
41. Amanullah SFBAQSSBAaAI. Interactive Effects of Nitrogen and Sulfur on Growth, Dry Matter Partitioning and Yield of Maize. Pág. 164-170. Pure Appl. Biol. 2015; 4(2).
42. Amanullah, Muhammad Zakirullah, Muhammad Tariq, Khalid Nawab, Amir Zaman Khan1, Farhatullah, Zahir Shah, Amanullah Jan, Shad Khan Khalil1, Muhammad Tariq Jan, M. Sajid5, Zahid Hussain and Hidyat-ur-rahman. Levels and time of phosphorus application influence growth, dry matter partitioning and harvest index in maize. Pak. J. Bot. 2010; 42(6).
43. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Departamento Agrometeorológico del INIAP Estacion Experimental Tropical Pichillingue Mocache. Quevedo-Ecuador; 2015.
44. Zhu Min, Ge Yun-xia, Li feng-hai, Wang Zhi-bin, Wang Hong-wei1 and Shi Zhen-sheng.. Accumulation and translocation of dry matter and nitrogen in different purple corn hybrids (*Zea mays* L). pp. 2820-2827. African Journal of Agricultural Research. 2011; 6(12).
45. Moncayo C. Estudio del comportamiento agronómico de cinco híbridos de Maíz (*Zea mays* L.), con cuatro densidades poblacionales, Quevedo Quevedo, Ecuador: UTEQ; 2013.
46. Van Ittersum, M., Leffelaar, P. A., Van, K. H., Kropff, M. J., Bastiaans, L., Goudriaan, J.. On approaches and applications of the Wageningen crop models. 201-234. Eur. J. Agron. 2003.; 18(3).
47. Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D. K., Ramankutty, N. and Foley, J.

A. Closing yield gaps through nutrient and water management. Nature 490: 254-257.; 2012.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos.

7.1.2. **Análisis de varianza aplicada a las variables estudiadas.**

Anexo 1. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca total a través de los grados días acumuladas en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	**GL**	**Grados días acumulados**					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	0.001	0.224	0.094	0.305	0.079	0.018
Tratamiento	2	0.001	0.368	0.182	0.234	0.021	0.024
E. experimental	12	0.002	0.053	0.015	0.034	0.008	0.007
Total	20						
Probabilidad		0.0878	0.0665	0.0166	0.0670	0.3109	0.2556

Anexo 2. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en tallos a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	**GL**	**Grados días acumulados**					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	0.000	0.093	0.023	0.051	0.012	0.002
Tratamiento	2	0.000	0.093	0.174	0.049	0.023	0.007
E. experimental	12	0.000	0.019	0.002	0.007	0.000	0.000
Total	20						
Probabilidad		0.8975	0.0063	<.0001	0.0691	0.0011	0.0070

Anexo 3. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en hojas a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	764	1125	1467	1814	2160
Bloque	6	0.000	0.031	0.008	0.096	0.001	0.000
Tratamiento	2	0.001	0.003	0.066	0.130	0.123	0.003
E. experimental	12	0.000	0.009	0.000	0.019	0.000	0.000
Total	20						
Probabilidad		0.0128	0.8457	<.0001	0.0665	<.001	0.0026

Anexo 4. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable biomasa seca en mazorca a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	764	1125	1467	1814	2160
Bloque	6	-	-	0.013	0.018	0.017	0.005
Tratamiento	2	-	-	0.038	0.033	0.050	0.015
E. experimental	12			0.003	0.005	0.007	0.004
Total	20						
Probabilidad		-	-	0.0127	0.0911	0.0798	0.2361

Anexo 5. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable materia seca total a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	3.633	549.3658	743.4840	879.2002	581.8398	282.5147
Tratamiento	2	4.057	1032.6007	1519.5889	163.6442	668.4754	172.4388
E. experimental	12	0.473	134.9975	153.8951	82.8395	120.5280	28.4474
Total	20						
Probabilidad		0.0394	0.0519	0.0273	0.4008	0.1023	0.0860

Anexo 6. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en tallos a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	0.3657	234.0829	298.3535	83.6086	124.0370	47.9511
Tratamiento	2	0.1627	790.2200	1629.2484	147.6227	11.9126	13.6783
E. experimental	12	0.0597	48.9930	55.6880	12.4753	22.4447	2.1090
Total	20						
Probabilidad		0.2931	0.0060	0.0006	0.0164	0.7713	0.0748

Anexo 7. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en hojas a través de los grados días acumulados en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	1.698	72.9237	67.1181	258.5697	238.6696	8.0558
Tratamiento	2	2.806	21.3717	247.3074	103.6584	267.6696	4.6622
E. experimental	12	0.200	23.8072	22.4470	36.9123	48.4821	0.7088
Total	20						
Probabilidad		0.0096	0.6487	0.2001	0.2832	0.1032	0.0727

Anexo 8. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable tasa de acumulación de materia seca en mazorcas a través de los grados días acumulada en tres híbridos de maíz***.**

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		417	**764**	**1125**	**1467**	**1814**	**2160**
Bloque	6	-	-	3.8429	83.8141	119.8222	47.8351
Tratamiento	2	-	-	10.6524	244.9106	26.7261	308.7202
E. experimental	12			0.8187	23.5218	58.1229	38.2752
Total	20						
Probabilidad		-	-	0.0122	0.0235	0.7980	0.0457

Anexo 9. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción total de N, P, K, Ca, Mg y S en tres híbridos de maíz.*

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Bloque	6	3.3445	0.1883	0.1834	0.9343	0.2350	0.0285
Tratamiento	2	4.0368	0.6920	1.9934	11.0660	1.3848	0.0338
E. experimental	12	0.3733	0.0898	0.2393	0.2742	0.0137	0.0063
Total	20						
Probabilidad		0.0212	0.0510	0.0421	0.0001	<.0001	0.1096

Anexo 10. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción en tallos de N en tres híbridos de maíz.*

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Bloque	6	2.2443	0.0279	7.2950	1.9997	0.1058	0.0096
Tratamiento	2	19.8811	0.3700	8.0416	1.7036	0.3602	2.1130
E. experimental	12	0.5039	0.0036	0.7196	0.6433	0.0173	0.0025
Total	20						
Probabilidad		0.0002	<.0001	0.0193	0.3023	0.0024	<.0001

Anexo 11. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción en hojas de N, P, K, Ca, Mg y S en tres híbridos de maíz*

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Bloque	6	13.4408	0.0392	1.1542	2.4392	0.2597	0.031
Tratamiento	2	5.3245	0.5170	16.5668	0.8963	0.1669	2.2134
E. experimental	12	0.4117	0.00063	0.4018	0.3632	0.0224	0.0047
Total	20						
Probabilidad		0.0124	<.0001	0.0001	0.3257	0.0555	<.0001

Anexo 12. *Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable absorción en mazorcas de N, P, K, Ca, Mg y S en tres híbridos de maíz.*

Fuente de variación	GL	Grados días acumulados					
		N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Bloque	6	11.1619	0.3196	1.6020	2.1768	0.5549	0.0469
Tratamiento	2	1.4668	1.2129	6.0012	26.9129	2.7179	0.5924
E. experimental	12	0.6011	0.0682	0.5194	0.5981	0.0209	0.0110
Total	20						
Probabilidad		0.3294	0.0043	0.0175	<.0001	<.0001	<.0001

7.1.2. Imágenes de la investigación.

Anexo 13. Parcela de ensayo.

Anexo 14. Toma de datos del cultivo (18 días).

Anexo 15. Adición de fertilizante a la parcela experimental.

Anexo 16. Toma datos y recolecta de plantas para análisis de laboratorio.

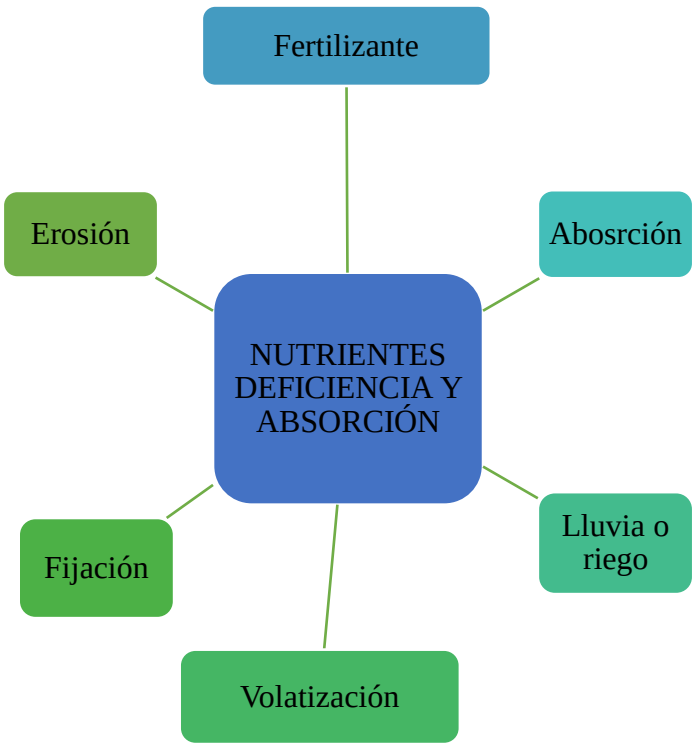
Anexo 17. Colecta de muestras para laboratorio.

Anexo 18. Identificación de muestras.

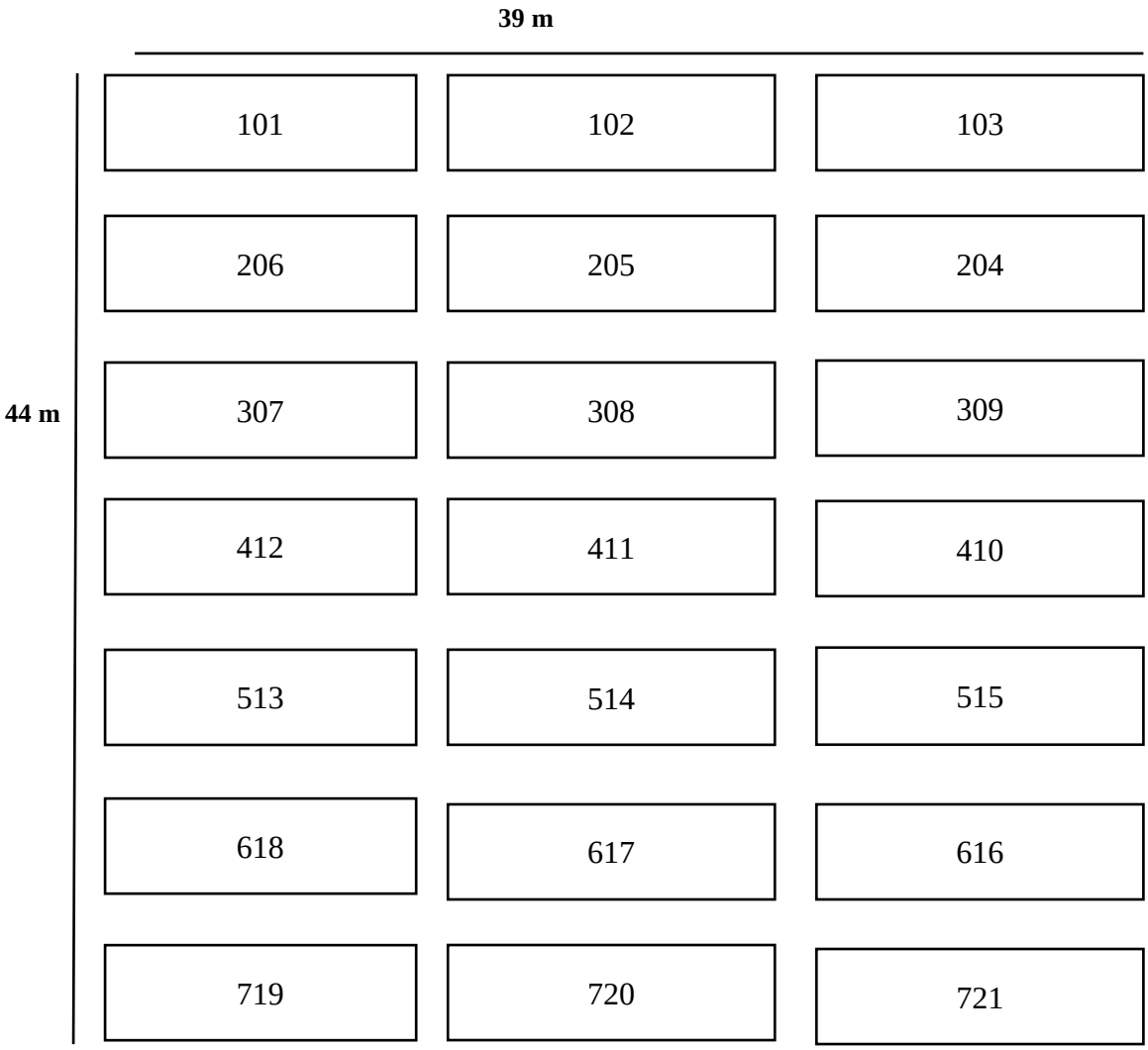
Anexo 19. Limpieza de molina para la preparación de las muestras.

Anexo 20. Secado de muestras en estufa en aire forzado.

Anexo 21. Árbol de problemas

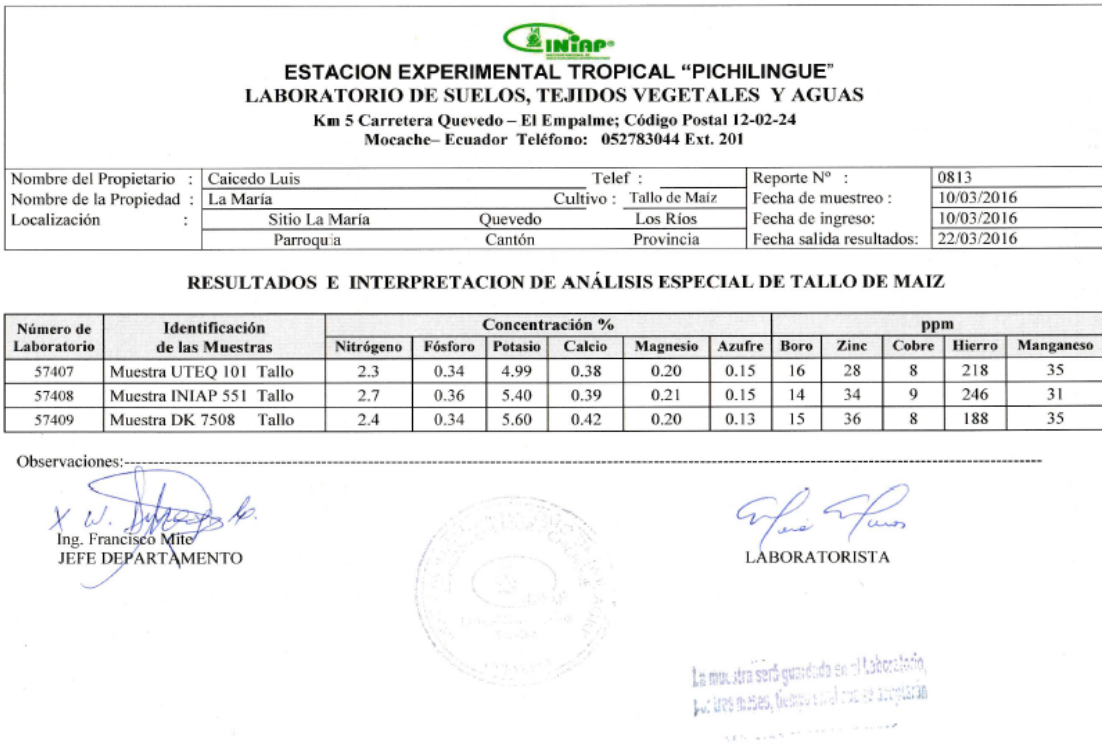


Anexo 22. Croquis de campo



Autor: Luis Caicedo

Anexo 23. Análisis de laboratorio de la composición química del maíz a los 80 días.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme; Código Postal 12-02-24
Mocache– Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Caicedo Luis		Telef :	Reporte N° :	0813
Nombre de la Propiedad :	La María		Cultivo : Tallo de Maíz	Fecha de muestreo :	10/03/2016
Localización :	Sitio La María	Quevedo	Los Ríos	Fecha de ingreso:	10/03/2016
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	22/03/2016

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE TALLO DE MAIZ

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
57407	Muestra UTEQ 101 Tallo	2.3	0.34	4.99	0.38	0.20	0.15	16	28	8	218	35
57408	Muestra INIAP 551 Tallo	2.7	0.36	5.40	0.39	0.21	0.15	14	34	9	246	31
57409	Muestra DK 7508 Tallo	2.4	0.34	5.60	0.42	0.20	0.13	15	36	8	188	35

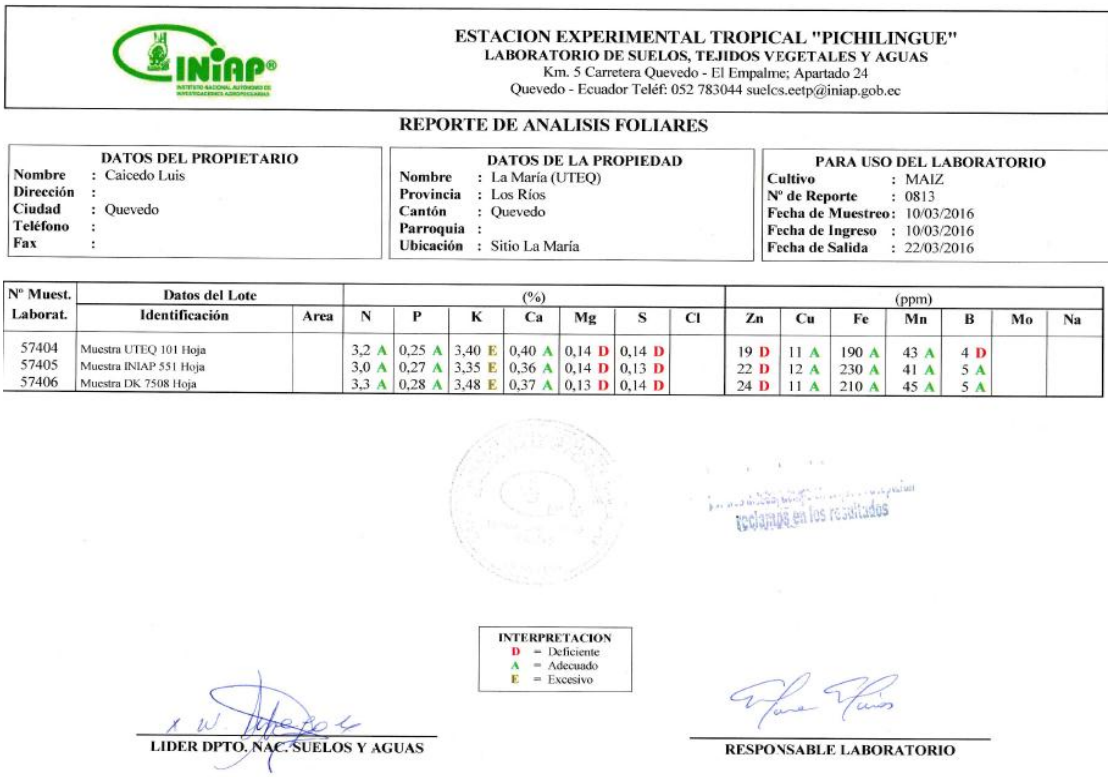
Observaciones:----------

Ing. Francisco Mite
JEFE DEPARTAMENTO

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el cual se aceptarán

Anexo 24. Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz a los 20 días.



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

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : Caicedo Luis	**Nombre** : La María (UTEQ)	**Cultivo** : MAIZ
Dirección :	**Provincia** : Los Ríos	**N° de Reporte** : 0813
Ciudad : Quevedo	**Cantón** : Quevedo	**Fecha de Muestreo**: 10/03/2016
Teléfono :	**Parroquia** :	**Fecha de Ingreso** : 10/03/2016
Fax :	**Ubicación** : Sitio La María	**Fecha de Salida** : 22/03/2016

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
57404	Muestra UTEQ 101 Hoja		3,2 A	0,25 A	3,40 E	0,40 A	0,14 D	0,14 D		19 D	11 A	190 A	43 A	4 D		
57405	Muestra INIAP 551 Hoja		3,0 A	0,27 A	3,35 E	0,36 A	0,14 D	0,13 D		22 D	12 A	230 A	41 A	5 A		
57406	Muestra DK 7508 Hoja		3,3 A	0,28 A	3,48 E	0,37 A	0,13 D	0,14 D		24 D	11 A	210 A	45 A	5 A		

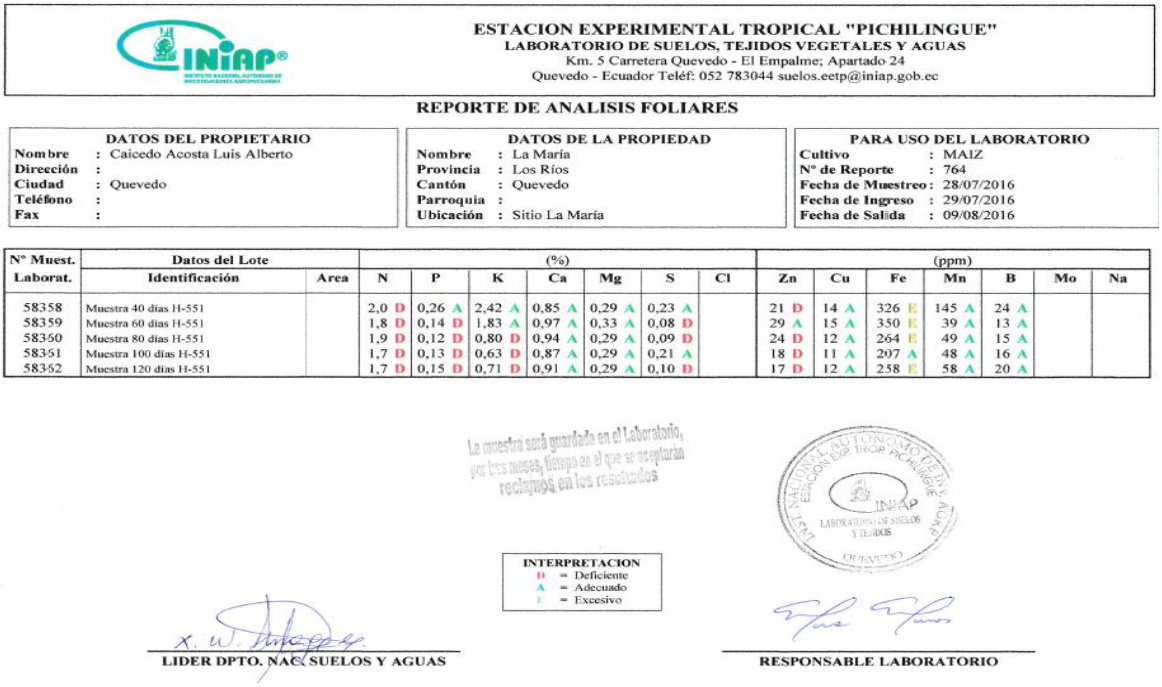
reclamos en los resultados

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 25. Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días en el hibrido INIAP-H51.



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 FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Caicedo Acosta Luis Alberto	Nombre	: La María	Cultivo	: MAIZ
Dirección	:	Provincia	: Los Ríos	N° de Reporte	: 764
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 28/07/2016
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 29/07/2016
Fax	:	Ubicación	: Sitio La María	Fecha de Salida	: 09/08/2016

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
58358	Muestra 40 días H-551		2,0 D	0,26 A	2,42 A	0,85 A	0,29 A	0,23 A		21 D	14 A	326 E	145 A	24 A		
58359	Muestra 60 días H-551		1,8 D	0,14 D	1,83 A	0,97 A	0,33 A	0,08 D		29 A	15 A	350 E	39 A	13 A		
58360	Muestra 80 días H-551		1,9 D	0,12 D	0,80 D	0,94 A	0,29 A	0,09 D		24 D	12 A	264 E	49 A	15 A		
58361	Muestra 100 días H-551		1,7 D	0,13 D	0,63 D	0,87 A	0,29 A	0,21 A		18 D	11 A	207 A	48 A	16 A		
58362	Muestra 120 días H-551		1,7 D	0,15 D	0,71 D	0,91 A	0,29 A	0,10 D		17 D	12 A	258 E	58 A	20 A		

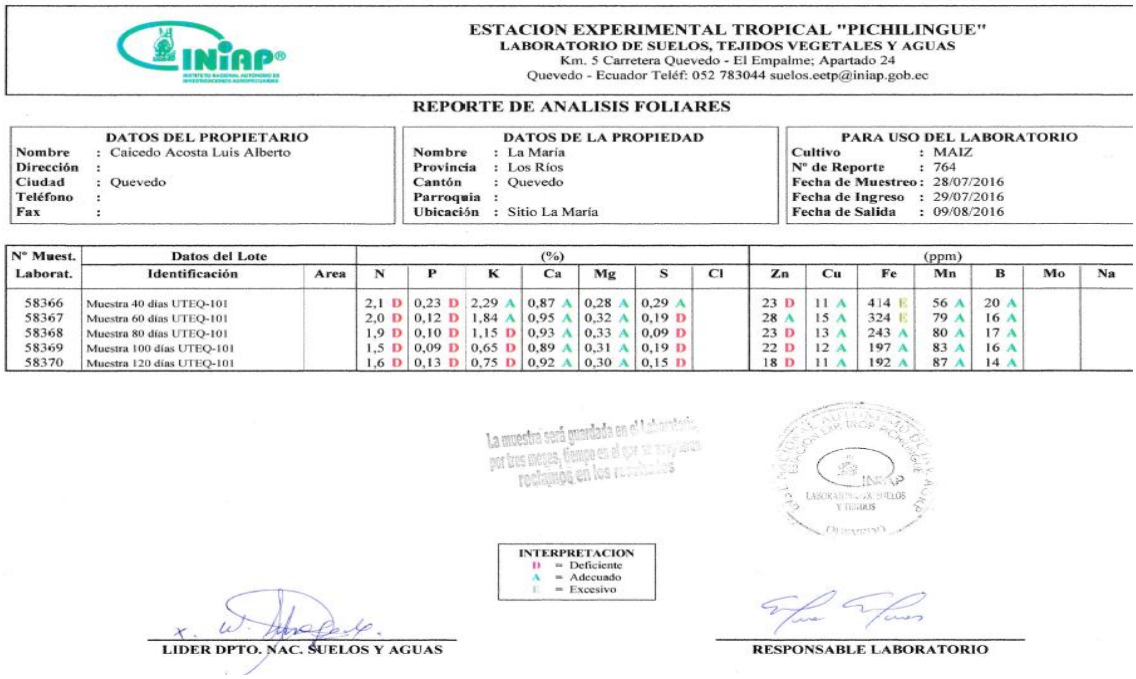
La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptaran reclamos en los resultados

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 26. Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101.



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 FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Caicedo Acosta Luis Alberto	Nombre	: La María	Cultivo	: MAIZ
Dirección	:	Provincia	: Los Ríos	N° de Reporte	: 764
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 28/07/2016
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 29/07/2016
Fax	:	Ubicación	: Sitio La María	Fecha de Salida	: 09/08/2016

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
58366	Muestra 40 días UTEQ-101		2,1 D	0,23 D	2,29 A	0,87 A	0,28 A	0,29 A		23 D	11 A	414 E	56 A	20 A		
58367	Muestra 60 días UTEQ-101		2,0 D	0,12 D	1,84 A	0,95 A	0,32 A	0,19 D		28 A	15 A	324 E	79 A	16 A		
58368	Muestra 80 días UTEQ-101		1,9 D	0,10 D	1,15 D	0,93 A	0,33 A	0,09 D		23 D	13 A	243 A	80 A	17 A		
58369	Muestra 100 días UTEQ-101		1,5 D	0,09 D	0,65 D	0,89 A	0,31 A	0,19 D		22 D	12 A	197 A	83 A	16 A		
58370	Muestra 120 días UTEQ-101		1,6 D	0,13 D	0,75 D	0,92 A	0,30 A	0,15 D		18 D	11 A	192 A	87 A	14 A		

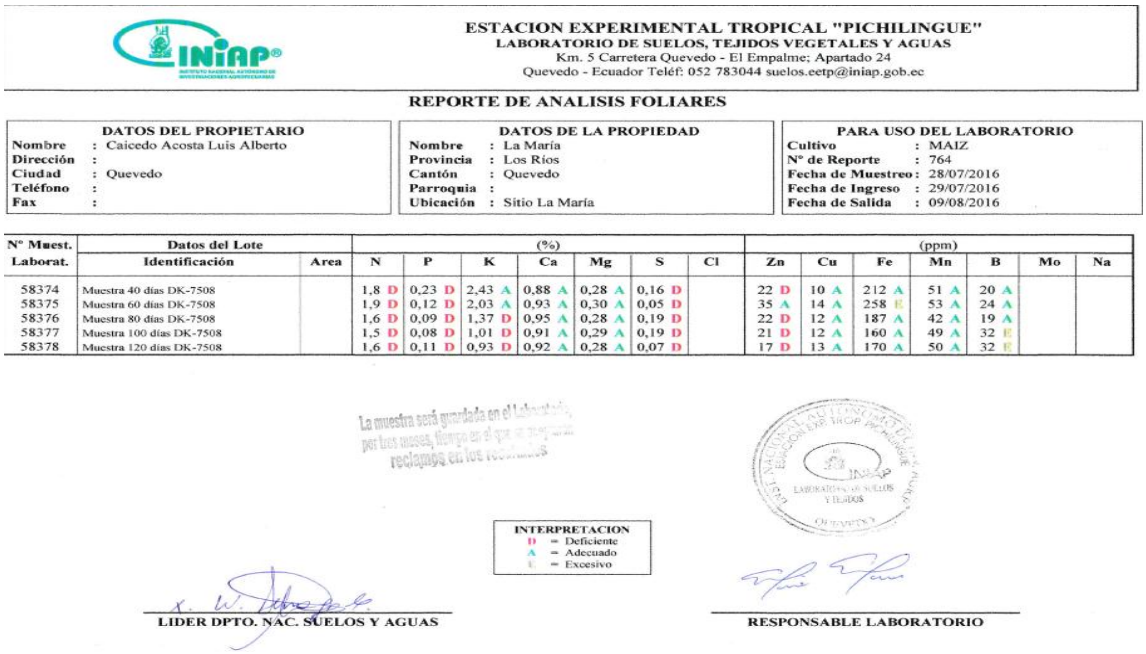
La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptaran reclamos en los resultados

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 27. Análisis de laboratorio de la composición química de la hoja de maíz desde los 40 hasta los 120 días hibrido DK-7508.



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 FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Caicedo Acosta Luis Alberto	Nombre	: La María	Cultivo	: MAIZ
Dirección	:	Provincia	: Los Ríos	N° de Reporte	: 764
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 28/07/2016
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 29/07/2016
Fax	:	Ubicación	: Sitio La María	Fecha de Salida	: 09/08/2016

N° Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
58374	Muestra 40 días DK-7508		1,8 D	0,23 D	2,43 A	0,88 A	0,28 A	0,16 D		22 D	10 A	212 A	51 A	20 A		
58375	Muestra 60 días DK-7508		1,9 D	0,12 D	2,03 A	0,93 A	0,30 A	0,05 D		35 A	14 A	258 E	53 A	24 A		
58376	Muestra 80 días DK-7508		1,6 D	0,09 D	1,37 D	0,95 A	0,28 A	0,19 D		22 D	12 A	187 A	42 A	19 A		
58377	Muestra 100 días DK-7508		1,5 D	0,08 D	1,01 D	0,91 A	0,29 A	0,19 D		21 D	12 A	160 A	49 A	32 E		
58378	Muestra 120 días DK-7508		1,6 D	0,11 D	0,93 D	0,92 A	0,28 A	0,07 D		17 D	13 A	170 A	50 A	32 E		

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 28. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101.

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme; Apartado 24
Quevedo – Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Luis Caicedo	Telef : 0959628523		Reporte N° :	799
Nombre de la Propiedad :	La María	Cultivo Maíz		Fecha de muestreo :	29/07/2016
Localización :	Quevedo		Los Ríos	Fecha de ingreso:	04/08/2016
Parroquia	Cantón		Provincia	Fecha salida resultados:	16/08/2016

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL MAIZ H-551

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
58422	100 días Tallo	1.2	0.11	1.71	1.13	0.30	0.05	8	15	4	69	25
58423	120 días Tallo	1.0	0.09	1.73	1.10	0.27	0.06	10	15	5	98	21
58424	60 días Mazorcas	1.7	0.33	1.16	1.11	0.29	0.16	13	49	4	73	12
58425	120 días Mazorcas	1.5	0.54	1.08	0.97	0.31	0.16	11	56	4	71	14
58426	60 días Brácteas	1.2	0.14	1.15	0.99	0.32	0.13	10	38	6	125	18
58427	120 días Brácteas	1.1	0.13	1.0	1.03	0.26	0.06	14	22	5	67	18

Observaciones:

Ing. Francisco Mite
JEFE DEPARTAMENTO

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptan reclamos en los resultados

Anexo 29. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101.

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme; Apartado 24
Quevedo – Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Luis Caicedo		Telef : 0959628523	Reporte N° :	799
Nombre de la Propiedad :	La María	Cultivo	Maíz	Fecha de muestreo :	29/07/2016
Localización :	Quevedo		Los Ríos	Fecha de ingreso:	04/08/2016
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	16/08/2016

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL MAIZ UTEQ-101

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
58428	100 días Tallo	1.3	0.13	1.11	1.05	0.26	0.16	11	18	5	83	23
58429	120 días Tallo	1.2	0.12	1.58	1.08	0.26	0.13	13	15	5	110	21
58430	60 días Mazorcas	1.9	0.34	1.20	1.10	0.29	0.18	18	27	5	84	15
58431	120 días Mazorcas	1.6	0.50	1.22	1.17	0.39	0.14	12	52	4	72	13
58432	60 días Brácteas	1.3	0.19	1.06	1.05	0.30	0.13	11	26	6	136	19
58433	120 días Brácteas	1.1	0.16	1.06	1.08	0.27	0.08	11	28	5	73	19

Observaciones:----------

Ing. Francisco Mite
JEFE DEPARTAMENTO

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptaran reclamos en los resultados

Anexo 30. Análisis de laboratorio de la composición química del tallo y mazorca de maíz desde los 60 hasta los 120 días hibrido UTEQ-101.

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme; Apartado 24
Quevedo – Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Luis Caicedo		Telef : 0959628523	Reporte N° :	799
Nombre de la Propiedad :	La María	Cultivo	Maíz	Fecha de muestreo :	29/07/2016
Localización :	Quevedo		Los Ríos	Fecha de ingreso:	04/08/2016
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	16/08/2016

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL MAIZ DK7508

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
58434	100 días Tallo	0.9	0.10	1.44	1.07	0.26	0.14	12	15	3	49	19
58435	120 días Tallo	1.0	0.10	1.54	1.06	0.27	0.12	9	12	2	73	29
58436	60 días Mazorcas	1.0	0.30	0.99	1.30	0.28	0.09	15	34	8	74	12
58437	120 días Mazorcas	1.5	0.48	1.06	1.22	0.30	0.12	14	38	7	53	10
58438	60 días Brácteas	1.0	0.18	1.12	1.13	0.30	0.09	12	25	3	125	20
58439	120 días Brácteas	1.7	0.13	1.16	1.13	0.30	0.14	15	22	3	80	29

Observaciones:----------

Ing. Francisco Mite
JEFE DEPARTAMENTO

LABORATORISTA

Anexo 31. Análisis especial del tallo en tres híbridos de maíz

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme; Código Postal 12-02-24
Mocache– Ecuador Teléfono: 052783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Caicedo Luis		Telef :	Reporte N° :	0764
Nombre de la Propiedad :	La María		Cultivo : Tallo de Maíz	Fecha de muestreo :	29-07-2016
Localización :	Sitio La María	Quevedo	Los Ríos	Fecha de ingreso:	29-07-2016
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	09-08-2016

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE TALLO DE MAIZ

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
58363	Muestra 40 días INIAP 551	1.9	0.15	2.55	0.89	0.29	0.08	18	22	8	239	51
58364	Muestra 60 días INIAP 551	2.0	0.10	2.54	0.90	0.29	0.07	15	22	9	191	53
58365	Muestra 80 días INIAP 551	1.7	0.26	1.94	0.82	0.29	0.18	14	16	7	114	45
58371	Muestra 40 días UTEQ-101	2.1	0.16	2.56	0.84	0.27	0.16	15	17	7	162	28
58372	Muestra 60 días UTEQ-101	2.2	0.10	2.16	0.92	0.29	0.18	13	20	8	184	58
58373	Muestra 80 días UTEQ-101	2.4	0.26	1.63	0.86	0.27	0.19	17	15	7	109	41
58379	Muestra 40 días DK-7508	1.1	0.11	2.72	0.89	0.26	0.07	17	17	5	139	26
58380	Muestra 60 días DK-7508	1.0	0.10	2.37	0.87	0.27	0.08	27	19	6	101	46
58381	Muestra 80 días DK-7508	0.9	0.22	1.87	0.84	0.25	0.03	12	10	5	77	35

Observaciones:---

Ing. Francisco Mite
JEFE DEPARTAMENTO

ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE — INIAP — LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados