



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**CARRERA:  
INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Trabajo de Titulación  
Previo a la obtención del título de:  
Ingeniero Agropecuario**

**TÍTULO:  
Particionamiento de la biomasa y absorción de nutrientes en  
varios genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la parroquia Boyacá  
del cantón Chone.**

**AUTOR:  
Santana Delgado Jorge Xavier**

**Unidad Académica:  
Extensión Chone**

**2019**

**Chone – Manabí – Ecuador**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Marcos Raúl Heredia Pinos, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de tutor del trabajo de titulación,

### **CERTIFICO:**

Que el presente **TRABAJO DE TITULACIÓN** titulado: **"PARTICIONAMIENTO DE BIOMASA Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN VARIOS GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA PARROQUIA BOYACÁ DEL CANTÓN CHONE"** han sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autor: Jorge Xavier Santana Delgado, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, agosto del 2019

---

Ing. Marcos Raúl Heredia Pinos

**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Jorge Xavier Santana Delgado**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación: “**Particionamiento de la biomasa y absorción de nutrientes en varios genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la parroquia Boyacá del cantón Chone**”, siendo el Ing. Marcos Heredia Pinos M.Sc. tutor del presente Trabajo de Titulación; y eximimos expresadamente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son exclusivamente de su autor.

Adicionalmente cedemos los derechos de este trabajo a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la universidad.

Chone, agosto del 2019

---

Jorge Xavier Santana Delgado

**AUTOR**

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

Los miembros del tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“PARTICIONAMIENTO DE BIOMASA Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN VARIOS GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA PARROQUIA BOYACÁ DEL CANTÓN CHONE”** elaborado por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Chone, agosto de 2019

---

Dr. Marcos Zambrano Z.

**DECANO**

---

Ing. Marcos Heredia Pinos

**TUTOR**

---

Ing. Odilón Schnabel Delgado

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Macario Figueroa Vélez

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Lic. Fátima Saldarriaga  
**SECRETARIA GENERAL**

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con esmero primeramente a Dios, por darme la bendición de la vida y nuevo despertad de cada mañana.

A mis queridos padres Jorge Santana Mero y Fanny Delgado Sánchez quienes siempre confiaron en mí, y en mi capacidad de llegar a cumplir mis metas, por estar a mi lado apoyarme días tras días y nunca dejarme solo en una etapa más de mi vida.

A mis hermanos/as, tíos/as, mis abuelitos y toda mi familia por ser el eje fundamental en mi desarrollo personal y profesional, ayudándome a culminar mis estudios, aquellas personas que estuvieron conmigo en situaciones buenas y malas, dándome ánimos en todo momento.

En especial a la Lcda. Mireya Marilú Santana Mero, quien me ayudo a seguir mis estudios académicos, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Agradezco también al Ing. Marcos Heredia Pinos, director de tesis por ayudarme y seguir adelante en el desarrollo de mi tesis.

Finalmente, para todos ustedes va este trabajo con mucho amor, dedicación y sobre todo con mucho esfuerzo.

Jorge Santana Delgado

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por toda la vida y por cada día que me otorga para compartir con las personas que más amo y por las bendiciones otorgadas todos estos años.

También agradezco a la Facultad de Ingeniería Agropecuaria de la ULEAM Extensión Chone por haberme acogido en sus aulas; a sus docentes, quienes han demostrado a lo largo de estos años de estudio su profesionalismo y calidad humana, compartiendo sus conocimientos y aptitudes con el estudiantado, generando en nosotros ganas de superarnos día a día, y también a mis compañeros con los que compartimos muchas vivencias y recuerdos que no se borrarán de mi mente ni de mi corazón.

En especial, un eterno agradecimiento al Ing. Marcos Heredia Pinos, quien me propuso el tema de investigación y me guio en el transcurso de la misma.

Jorge Santana Delgado

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en la propiedad "Hermosa finca" Sr. Jorge Francisco Santana Mero. Bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro bloques, se utilizó 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 tallo seco de biomasa, hojas y mazorca y absorción de nutrientes. Los híbridos de maíz utilizados en esta investigación fueron ATL 400, TRUENO, INIAP-H-551 y UTEQ. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias, pero en algunas parcelas si se mostraban diferencias en el reparto de biomasa y la absorción de nutrientes en cada tratamiento. Los mejores resultados en términos de biomasa acumulada total se dieron a 120 DDS (Días después de la siembra), siendo el híbrido TRUENO; la mejor acumulación y desacumulación de biomasa, el híbrido con los mejores resultados fue el TRUENO ya que obtuvo la acumulación más alta y la menor desacumulación que se supone que puede obtener buenos resultados. El fósforo es muy necesario en la fase de llenado de grano para todos los híbridos.

**Palabras claves:** particionamiento, biomasa, absorción, genotipos, material, bloques, muestras.

## ABSTRACT

The study was carried out on the property "Beautiful Estate" Mr. Jorge Francisco Santana Mero. Under a completely randomized block design (DBCA) with four treatments and four blocks, the Tukey test ( $p > 0.05$ ) was used. The variables analyzed were: total dry biomass, biomass accumulated in stem, leaves and cob, accumulation rate of dry stem of biomass, leaves and cob and nutrient absorption. The corn hybrids used in this research were ATL 400, TRUENO, INIAP-H-551 and UTEQ. The results obtained showed that there were no differences, but in some plots there were differences in biomass distribution and nutrient absorption in each treatment. The best results in terms of total accumulated biomass were given at 120 DDS (Days after sowing), being the TRUENO hybrid; the best accumulation and de-accumulation of biomass, the hybrid with the best results was the TRUENO since it obtained the highest accumulation and the lowest de-accumulation that is supposed to obtain good results. Phosphorus is very necessary in the grain filling phase for all hybrids.

**Keywords:** partitioning, biomass, absorption, genotypes, material, blocks, samples.



## ÍNDICE

PORTADA .....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	III
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE DE TABLA Y FIGURA.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPÍTULO I.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
1.1. Origen y distribución del maíz. ....	16
1.2. Importancia. ....	16
1.3. Taxonomía del maíz. ....	17
1.4. Morfología del maíz. ....	17
1.4.1 Raíz.....	17
1.4.2 Tallo. ....	17
1.4.3 Hojas.....	17
1.4.4 Inflorescencias. ....	18
1.4.5 Fruto.....	18
1.4.6 Valor nutricional. ....	18
1.5 Requerimientos de clima y suelo. ....	19

1.5.1	Clima.....	19
1.5.2	Suelo.....	19
1.6	Particionamiento de la biomasa.....	19
1.7	Producción de biomasa.....	20
1.8	Acumulación de biomasa.....	21
1.9	Desacumulación de biomasa.....	21
1.10	Llenado de mazorca.....	21
1.11	Absorción de nutrientes en el cultivo de maíz.....	21
1.11.1	Nitrógeno (N).....	22
1.11.2	Fosforo (P).....	22
1.11.3	Potasio (K).....	22
1.11.4	Calcio (Ca).....	22
1.11.5	Magnesio (Mg).....	22
1.12	Agrotecnia del cultivo.....	23
1.12.1	Preparación del suelo.....	23
1.13	Descripción de la variedad utilizadas en el ensayo.....	24
1.13.1	Semilla de maíz híbrido ATL 400.....	24
1.13.2	Semilla de maíz híbrido trueno.....	25
1.13.3	Semilla de maíz INIAP-H- 551.....	25
1.13.4	Semilla de maíz híbrido UTEQ.....	26
	CAPÍTULO II.....	27
	DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO.....	27
2.1	Localización.....	27
2.2	Tipo de investigación.....	27
2.3	Fuentes de recopilación de la información.....	27

2.4	Diseño de la investigación. ....	28
2.4.1	Diseño experimental. ....	28
2.4.2	Descripción de los tratamientos. ....	29
2.4.3	Equipos y materiales. ....	29
2.5	Características del suelo. ....	30
2.5.1	Análisis del suelo. ....	30
2.5.2	Interpretación del análisis de suelo. ....	31
2.6	Instrumento de investigación. ....	31
2.6.1	Variables a evaluar. ....	31
2.7	Procedimiento experimental. ....	32
2.7.1	Delimitación de sitio experimental. ....	32
2.7.2	Preparación del suelo. ....	32
2.7.3	Siembra. ....	32
2.7.4	Aplicación de fertilizante. ....	32
2.7.5	Control de malezas. ....	33
2.7.6	Control fitosanitario. ....	33
2.7.7	Cosecha. ....	33
2.8	Resultados. ....	33
CAPÍTULO III. ....		42
PROPUESTA. ....		42
3.1	Diseño de la propuesta. ....	42
CAPÍTULO IV. ....		43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....		43
4.1	Conclusiones. ....	43
4.2	Recomendaciones. ....	43

BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	46
Anexo 1. Fotografías .....	46
Anexo 2. Análisis de suelo .....	54
Análisis 3. Análisis de laboratorio de la composición del maiz a los 100 días ..	56
Anexo 4. Croquis de campo.....	57
Anexo 5. Análisis de varianza aplicada a las variables estudiadas .....	58

## ÍNDICE DE TABLA Y FIGURA

### ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Ubicación geográfica y condiciones climáticas de la parroquia Boyacá. .....	27
<b>Tabla 3.</b> Esquema de análisis de varianza de un BCA. ....	28
<b>Tabla 4.</b> Descripción de los tratamientos. ....	29
<b>Tabla 5.</b> Biomasa seca total en tallo, hojas y mazorca para los cuatro híbridos evaluados en la zona de Boyacá - Chone. ....	34

### ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas. ....	36
<b>Figura 2.</b> Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas. ....	37
<b>Figura 3.</b> Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas. ....	38
<b>Figura 4.</b> Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas. ....	39
<b>Figura 5.</b> Absorción total de nutrientes primarios (N, P y K) y secundarios (Ca y Mg) en hojas, tallos, brácteas - tuza y grano, a los 100 (DDS) en los cuatro híbridos evaluados en la zona de Boyacá - Chone. ....	40

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es un cultivo de mucha importancia económica en nuestro país, se lo siembra tanto en la costa como en la sierra, bajo diferentes condiciones ambientales de temperatura, régimen de lluvias, luminosidad y suelos (Andrade, 1995).

El rendimiento del cultivo está en función del genotipo, manejo tecnológico y condiciones climáticas. Varias empresas tienen semillas híbridas las cuales poseen buenas características agronómicas, tolerancia a enfermedades y alto potencial de rendimiento de grano (Otegui, 1996).

Estas semillas híbridas son: ATL 400, trueno, INIAP-H-551 y UTQ, las cuales se los tomó como ensayo en la investigación planteada, considerando que las condiciones climáticas influyen en el desarrollo de la cosecha.

El particionamiento de la biomasa cuantifica el crecimiento de cada órgano, pudiéndose definir tres tipos de órganos que tiene una importancia fundamental que son: las hojas, cuya superficie condiciona la producción fotosintética; las raíces, donde la profundización y exploración de cada horizonte del suelo permite calcular la extracción hídrica; los granos como producción económica (Hernandez, 2009).

El particionamiento de biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y a parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica (Vasquez, 1990).

La planta de maíz normalmente absorbe los nutrientes minerales del suelo a través de las raíces. El suelo es un sustrato físico, químico y biológico complejo. Constituye un material heterogéneo compuesto por fases sólidas, líquidas y gaseosas, que interactúan con los elementos minerales (Salmerón & Garcia, 1994).

La finalidad de esta investigación tiene como objetivo determinar la manera cómo se acumula la biomasa y cuanto absorbe de nutrientes la planta de maíz durante el desarrollo del cultivo. Considerando que Boyacá es una de las zonas agrícolas que viene aumentando la superficie de siembra de este cultivo, para consumo de grano fresco y seco.

**El objetivo principal** de esta investigación es evaluar el particionamiento de la biomasa y absorción de nutrientes de varios genotipos de maíz, en el cual el capítulo I se hace una descripción sobre el cultivo, basado en la obtención de varias muestras durante el desarrollo del cultivo.

**Hipótesis planteada** a través de esta investigación se va a comprobar el particionamiento de la biomasa y la absorción de nutrientes será distinta en cada uno de los genotipos de maíz, tomando como guía las siguientes:

**Tareas científicas:**

- Estimar que proporción de biomasa producida se acumula en hojas, tallos y mazorca.
- Evaluar la tasa de acumulación de biomasa seca del tallos, hojas y mazorca.
- Determinar la relación absorción y requerimiento total de (N, P, K, Ca, Mg) por cada unidad de biomasa.

Dentro del capítulo II se muestran los resultados, métodos y las técnicas utilizadas, análisis estadísticos, bibliográfico e inductivo-deductivo, a través de estos se realizó los análisis de cada uno de los tratamientos en el cultivo.

En el capítulo III se realiza un diseño de la propuesta de cómo influye el particionamiento de la biomasa y absorción de nutrientes en los genotipos de maíz en la parroquia Boyacá en el cual se indica cada proceso con sus respectivas descripciones.

En el capítulo IV hace referencia a las conclusiones y recomendaciones de la investigación las cuales mencionan la realización del objetivo planteado.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Origen y distribución del maíz.

El maíz es el único cereal nativo del hemisferio occidental, originario de México, se extendió al norte hasta Canadá y al sur hasta Argentina, posteriormente tras el descubrimiento de América se difundió hacia Europa, Asia y África. A nivel mundial representa el 5,4 % del total de fuentes alimenticias de la población humana (Gonzales, 1995).

#### 1.2. Importancia.

El maíz ocupa el tercer lugar a escala mundial entre los cereales más cultivados, después del trigo y el arroz, ya que se encuentra difundido en más países que cualquier otro cultivo y ha producido el más alto rendimiento por unidad de superficie que cualquier otro cereal (Andrade, 1995).

Según (Somarriba, 1997) explica que es una planta de fácil mecanización en todas las fases del cultivo y de aprovechamiento múltiple, siendo sus principales características las siguientes:

- Se cultiva en climas muy diversos.
- Es una planta muy útil para la alimentación humana por su excelente composición química: almidón y azúcares de 60 a 70%, sustancias nitrogenadas 10%, materias grasas de 4 a 8%.
- Porque se presta para diferentes usos: Industria-alimentación-panadería agroindustria.

En Ecuador el maíz se cultiva sobre 520.000 Ha en todas sus provincias, en la costa la mayoría de la producción está sembrada con maíz duro, en tanto que en la sierra se cultiva maíz duro y suave (Cirilo, 1996).



### 1.3. Taxonomía del maíz.

<b>Reino:</b> Vegetal
<b>División:</b> Magnoliophyta
<b>Orden:</b> Poales
<b>Familia:</b> Poacea
<b>Género:</b> Zea
<b>Especie:</b> mays
<b>Nombre científico:</b> <i>Zea mays</i> L.
<b>Nombre común:</b> Maíz, choclo

(Becerra, 1986).

### 1.4. Morfología del maíz.

#### 1.4.1 Raíz.

Según (Yanez, Caicedo, & Heredia, 2005) puede alcanzar hasta 2 m de profundidad y extenderse en un diámetro de 1,2 m, dependiendo este desarrollo de las condiciones de cultivo. Según su apareamiento y estructura se reconocen tres clases de raíces:

- Raíces germinativas o temporales.
- Raíces permanentes; que nutren a la planta.
- Raíces adventicias: sirven de anclaje.

#### 1.4.2 Tallo.

El tallo lo constituye una caña maciza de altura variable, provisto de varios nudos, sin ramificación lateral (Robles, 1986).

#### 1.4.3 Hojas.

Son lineares de nervadura paralela, constan en si de una vaina, cuello y la lámina foliar propiamente dicha, salen de la parte superior de los nudos, presentan pubescencia, son de borde liso y terminan aguzadas, pudiendo alcanzar longitudes de más de 1 m (Agropecuaria, 2001).

#### **1.4.4 Inflorescencias.**

El maíz es una especie monoica es decir de sexos separados. La inflorescencia masculina es terminal y se le conoce como panícula, panoja, espiga, compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales (Maroto, 1998).

A lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. Una antera en promedio tiene de 2800 granos de polen; una planta tendría aproximadamente 5 millones de granos de polen (Maroto, 1998).

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva (Edmeades, 1979).

#### **1.4.5 Fruto.**

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca (AGRIPAC, 2011).

El número de líneas de cada mazorca varía entre 10 y 25, mientras que los granos de cada línea van de 18 a 42; es así que hay una gran variedad de granos por mazorca en función de la variedad a cultivar (AGRIPAC, 2011)

#### **1.4.6 Valor nutricional.**

Muy rico en hidratos de carbono (60 a 70 % de almidón y azúcares) y un 8% de materia grasas. Los minerales que están presentes son magnesio, el fósforo, hierro y el potasio. El maíz es considerado el alimento base o fundamental en muchas comunidades de pocos recursos, porque su consumo nos aporta las calorías diarias necesaria para nuestro organismo, como una importante cantidad de proteínas (Rimache, 2008).

## **1.5 Requerimientos de clima y suelo.**

### **1.5.1 Clima.**

El maíz se desarrolla en climas que van desde tropicales hasta climas fríos; hablemos en nuestro medio que para el maíz necesitamos un clima fresco con temperaturas de 12 a 18°C, en alturas que van desde los 2000 a 2900 m.s.n.m, en estas últimas tenemos el maíz de la sierra (Arbaiza, 2002).

Las precipitaciones deben estar bien distribuidas durante todo el desarrollo del cultivo, en rangos de 600 a 1000 mm/año. Requiere de una alta incidencia de luz solar, es así que en zonas muy densas y nubladas su productividad es baja (Arbaiza, 2002).

### **1.5.2 Suelo.**

El maíz se desarrolla mejor en suelos francos, con buen drenaje, con pH óptimos entre 6,5-7,5 que tengan buenos contenidos de materia orgánica y un nivel aceptable de fertilidad (AGRIPAC, 2011).

## **1.6 Particionamiento de la biomasa.**

La planta de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa. De una semilla que pesa alrededor de 300 mg se obtiene, en un lapso de 2,5 meses, una planta de más de 2 m de altura y de alrededor de 70 dm<sup>2</sup> de área foliar. A los 4,5 meses la planta puede alcanzar, en condiciones de cultivo, un peso seco 1.000 veces superior a la semilla que le dio origen (INIAP, 2009).

Aproximadamente la mitad de su peso corresponde a órganos reproductivos, lo que lo transforma en uno de los cultivos de mayor rendimiento en grano por superficie. El maíz supera ampliamente a otros cultivos como por ejemplo girasol y soja en producción total de biomasa (INIAP, 2009).

Esta alta capacidad de producción se debe, entre otros factores, a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura de cultivo. El maíz presenta poca plasticidad foliar, escasa capacidad de macollaje y poca prolificidad, por lo que su capacidad de compensar a bajas densidades de plantas es reducida (INIAP, 2009).

(Arbaiza, 2002) Considera que para lograr buenos rendimientos se debe partir de una densidad adecuada, uniformidad y rapidez en la emergencia, debido a la baja plasticidad vegetativa y reproductiva de la especie la uniformidad del stand de plantas es un tema fundamental ya que esto afecta directamente el rendimiento de granos.

Al igual que en la mayoría de los cultivos, en maíz existe una estrecha relación entre rendimiento y producción de biomasa aérea, la cual depende de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el canopeo. El maíz por su sistema fotosintético (C4) es más eficiente que los cereales de invierno (C3) para convertir radiación en biomasa (Arbaiza, 2002).

Si se considera un valor de EUR relativamente constante para la mayoría de las condiciones de cultivo, se deduce entonces que el incremento en la producción de biomasa por parte del cultivo dependerá fundamentalmente de la duración de su ciclo y de la eficiencia con que capture el recurso luz (Arbaiza, 2002).

A mayores valores de biomasa y un constante índice de cosecha observado (proporción de la biomasa total aérea que se encuentra en los granos a madurez fisiológica) cuando no existen déficits hídricos, ni temperaturas de crecimiento muy bajas determinaría un mayor rendimiento de granos (Arbaiza, 2002).

### **1.7 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 (Gostincar, 1998).

La producción de biomasa fresca que forma el cultivo de maíz de grano (tallo, hojas, y mazorcas), oscila entre 20 a 35 t ha<sup>-1</sup> y en el maíz, la producción de maíz varía entre 16 a 25 t ha<sup>-1</sup>. La proporción entre los componentes del residuo y los granos obedece principalmente de la variedad, el nivel de fertilización y tipo de cultivar (Fernandez, 2007).

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

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

(Fernandez, 2007)

### **1.8 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.

### **1.9 Desacumulación de biomasa.**

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

### **1.10 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.

### **1.11 Absorción de nutrientes en el cultivo de maíz.**

Los requerimientos nutricionales del maíz según (AGRIPAC, 2011), consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido. 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.

#### **1.11.1 Nitrógeno (N).**

Esencial para el crecimiento y el desarrollo vigoroso de la planta (tallos, hojas, brotes y frutos) proporciona el color verde intenso a la hoja; e incrementa los niveles de proteínas, importante durante todo el ciclo del cultivo.

#### **1.11.2 Fosforo (P).**

Desempeña un papel importante en el desarrollo del sistema radicular, interviene en la formación del tejido leñoso y además en la fructificación, formación y maduración del fruto, esencial en la formación de semillas.

#### **1.11.3 Potasio (K).**

Importante para el metabolismo del nitrógeno, el transporte, formación de azúcares y almidones, regula la apertura de las estomas haciéndolo importante en las relaciones hídricas, interviene en la constitución de tejidos dando así resistencia a la planta contra enfermedades.

#### **1.11.4 Calcio (Ca).**

Requerido por todas las plantas, actúa como regulador del crecimiento, responsable en la constitución de tejidos, trabaja muy bien junto al Boro.

#### **1.11.5 Magnesio (Mg).**

Es el principal componente de la molécula de clorofila de allí el color verde de la hoja y su importancia en el proceso fotosintético, indispensable en la absorción

y metabolismo del fósforo, interviene en el aprovechamiento del potasio y la acumulación de azúcares.

## **1.12 Agrotecnia del cultivo.**

### **1.12.1 Preparación del suelo.**

Según (Bartolini, 1990) Se debe remover una capa de suelo de 20 cm de profundidad, dejándolo suelto a fin de permitir una mejor retención de humedad, facilitar la germinación de las semillas, así como también mejorar el control inicial de malezas, de manera general se recomienda:

- **Roturación o Arada.**

Consiste en voltear el suelo a una profundidad no superior a los 30 centímetros. Con esta labor se consigue oxigenar el terreno, eliminar las malezas y algunas plagas que se pueden encontrar en el suelo; además, facilita la descomposición de residuos de las cosechas que quedaron en el campo. Se debe realizar con dos meses de anticipación, utilizando maquinaria (tractor o yunta) o manualmente (azadón).

- **Desterronado o rastra.**

Se realiza una o dos rastras con la finalidad de que el suelo quede suelto, se incorpore los restos vegetales y se nivele la superficie donde se va a sembrar. En el caso que se realice manualmente (con azadón) se procede a romper los terrones para que el suelo quede suelto.

- **Surcado.**

Consiste en abrir la tierra, y formar surcos o lomos, a una distancia de 80 cm entre surcos, donde serán colocadas las semillas que se va a sembrar. Estas labores pueden desarrollarse en forma manual, con la ayuda de animales o con el empleo de maquinaria (Bartolini, 1990).

- **Control fitosanitario**

Se establece un manejo fitosanitario durante el período del cultivo, vigilando a la *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith (gusano cogollero) evitando que llegara a su nivel crítico (Denker, 1966).

- Control de malezas

Se realiza en tres momentos durante el ciclo vegetativo, a los 15, 25 y 35 días después de la siembra (Reyes, 1990).

- **Fertilización.**

La mayoría de nutrientes en el maíz son absorbidos durante la segunda mitad del ciclo del cultivo. En las primeras fases de crecimiento vegetativo las cantidades de nutrientes extraídas por la planta son bajas, no así conforme el cultivo incrementa su desarrollo vegetativo y productivo, en donde las demandas de macro y micro elementos son mayores (Bartolini, 1990).

Se necesita realizar un análisis de suelo para determinar cuánto fertilizante tiene el suelo frente al requerimiento del cultivo previo la incorporación de fertilizantes sintéticos o enmiendas orgánicas, a fin de dosificar las fuentes en función de las necesidades propias del cultivo, la fertilización debe ser bien balanceada, considerando todos los elementos esenciales para un normal desarrollo del cultivo (Bartolini, 1990).

### **1.13 Descripción de la variedad utilizadas en el ensayo.**

El (AGRIPAC, 2011), describe las siguientes variedades:

#### **1.13.1 Semilla de maíz híbrido ATL 400.**

Presentación:

- Funda de 60.000 y 45.000 semillas.

Descripción:

- Híbrido triple.
- Buen potencial productivo.
- Excelente llenado y calidad de grano.



- Mazorcas grandes y uniformes.
- Excelente sanidad.
- Tolerante a la sequía.
- Grano anaranjado y cristalino.
- Ciclo corto, en siembras de verano 120 a 125 días y en siembras de invierno de 125 a 130 días.

### **1.13.2 Semilla de maíz híbrido trueno.**

Presentación:

- Funda de 60.000 y 50.000 semillas.

Descripción:

- Híbrido triple.
- Buen potencial productivo.
- Mazorcas ligeramente cónicas.
- Excelente sanidad.
- Excelente llenado y calidad de grano.
- Grano amarillo pardo.
- Tolerante a la sequía.
- Ciclo corto, en siembras de verano 115 a 120 días y en siembras de invierno de 120 a 125 días.

### **1.13.3 Semilla de maíz INIAP-H- 551**

Presentación:

- Funda de 65.000 y 55.000 semillas.

Descripción:

- Híbrido simple.
- Buen potencial productivo.
- Mazorcas ligeramente cónicas.
- Excelente sanidad.
- Excelente llenado y calidad de grano.
- Grano amarillo.
- Tolerante a la sequía.

- Ciclo corto, en siembras de verano 110 a 120 días y en siembras de invierno de 115 a 125 días.

#### **1.13.4 Semilla de maíz híbrido UTEQ.**

Presentación:

- Funda de 45.000 y 35.000 semillas.

Descripción:

- Híbrido simple.
- Buen potencial productivo.
- Mazorcas ligeramente cónicas.
- Excelente sanidad.
- Excelente llenado y calidad de grano de color amarillo.
- Tolerante a la sequía.
- Ciclo corto, en siembras de verano 110 a 125 días y en siembras de invierno de 120 a 130 días.

## CAPÍTULO II

### DIAGNOSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

#### 2.1 Localización.

La presente investigación se realizó en la propiedad del Sr. Jorge Santana Mero; ubicada en la Parroquia Boyacá, Cantón Chone, Provincia de Manabí, la finca está ubicada entre los 1230 minutos de latitud Norte y 45 minutos de latitud sur de la línea equinoccial, y a 79° grados, 0 minutos de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

A continuación, se presenta las características geográficas y condiciones climáticas de la zona en estudio.

**Tabla 2.** Ubicación geográfica y condiciones climáticas de la parroquia Boyacá.

Parámetro	Valor promedio
Temperatura (°C)	28
Humedad relativa (%)	78
Precipitación (mm)	800-1200

Anuario meteorológico del INAMHI, 2013.

#### 2.2 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 ATL-400, TRUENO, INIAP-H551, UTEQ-101, tanto a nivel de órganos vegetativos (tallos y hojas) como reproductivos (mazorca). Además, se hizo uso de los avances de la química inorgánica y química analítica para determinar la absorción total de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) requeridos para la producción de una unidad de biomasa.

#### 2.3 Fuentes de recopilación de la información.

Las fuentes de información utilizadas fueron de naturaleza primaria y secundaria. Con las fuentes secundarias se justificó las razones por lo que era necesario estudiar el particionamiento de biomasa y absorción de nutrientes en los cuatro

híbridos de maíz ATL-400, TRUENO, INIAP-H551, UTEQ-101, y las fuentes primarias fueron utilizadas para discutir los hallazgos o resultados derivados de la investigación.

## 2.4 Diseño de la investigación.

### 2.4.1 Diseño experimental.

El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La dimensión total del ensayo es de 810 m<sup>2</sup>. El diseño del análisis de varianza se presenta en la Tabla 3. 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,  $\mu$  = Media general,  $\beta_i$  = Efecto del bloque,  $\tau_j$  = Efecto del tratamiento, y  $\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error.

**Tabla 3.** Esquema de análisis de varianza de un BCA.

Fuente de variación	Fórmula	Gl
Bloques	b-1	3
Tratamientos	t-1	3
Error experimental	(b-1) (t-1)	9
Total	tr-1	15

### 2.4.2 Descripción de los tratamientos.

Bajo el esquema se plantearon los tratamientos, se representa en la siguiente tabla 4.

**Tabla 4.** Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T1	ATL-400
T2	TRUENO
T3	INIAP-551
T4	UTEQ

### 2.4.3 Equipos y materiales.

#### Material vegetativo.

- ATL-400
- Trueno
- H-551
- UTEQ.

#### Material de oficina.

- Libreta de campo
- Computador
- Esferos, hojas y reglas
- Cámara fotográfica
- Impresora
- Tijeras
- Cinta de papel

#### Material de campo.

- Bomba de fumigar
- Machete
- Tanque
- Baldes

- Pala
- Fundas
- Sacas
- Killer
- Amina
- Lannate
- Cinta métrica
- Estacas o espeques
- Semillas
- Píolas
- Balanza
- Fertilizantes

## **2.5 Características del suelo.**

El área en estudio es de 810 metros cuadrados, y su descripción es:

**Textura:** franco-limoso

**Topografía:** inclinada

**Pendiente:** 0,5 -1%

**Erosión:** mínima

### **2.5.1 Análisis del suelo.**

Se tomaron muestras de suelo previo al establecimiento del ensayo experimental, eliminando sustancias orgánicas para evitar la alteración de los resultados, a una profundidad de 20 cm, procurando cubrir la mayor superficie del suelo, a fin de lograr que la muestra sea lo más representativa.

Se envió una muestra total del suelo de 2 kg de peso al laboratorio INIAP “Estación Experimental Tropical Pichilingue” a fin de realizar un análisis físico-químico del mismo.

## **2.5.2 Interpretación del análisis de suelo.**

Los niveles de nitrógeno, fosforo, calcio, magnesio, azufre, cobre, manganeso y potasio a nivel de suelo son altos; el boro y zinc tiene un nivel medio; teniendo un déficit de hierro, según el resultado de los análisis.

## **2.6 Instrumento de investigación.**

### **2.6.1 Variables a evaluar.**

- **Biomasa seca total y biomasa acumulada en el tallo, hojas y mazorca.**

La producción de biomasa de los híbridos ATL-400, TRUENO, INIAP-551 y UTEQ 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<sup>2</sup> (aproximadamente entre 5 plantas), 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, braquea-tusa y mazorca, los mismos que fueron colocados en bandejas de aluminios, previamente identificadas, para luego ser llevadas a una estufa de aire forzado a 105 C° durante 24 horas.

- **Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca.**

La producción de biomasa de los híbridos ATL-400, TRUENO, INIAP-551 y UTEQ 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<sup>2</sup> (aproximadamente entre 5 plantas), 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, bractea-tusa y mazorca, los mismos que fueron colocados en bandejas de aluminios, previamente identificadas, para luego ser llevadas a una estufa de aire forzado a 105 C° durante 24 horas.

- **Absorción de nutrientes.**

Para cuantificar la absorción de nutrientes se determinó la concentración de N, P, K, Ca y Mg a nivel de tallo, hojas y mazorca a los 100 días después de la

emergencia, órganos que previamente fueron llevados a desecamiento en estufa de aire forzado a 105 C° durante 24 horas. Posteriormente se envió las muestras al laboratorio del INIAP Pichilingue para la determinación de la concentración de nutrientes en el tejido vegetal de cada uno de los órganos.

## **2.7 Procedimiento experimental.**

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual forma a todas las unidades experimentales: delimitación del sitio experimental, preparación del suelo, siembra, fertilización, control de malezas, control fitosanitario, cosecha.

### **2.7.1 Delimitación de sitio experimental.**

Número de tratamientos evaluados:	4
Número de repeticiones:	4
Número de parcelas:	16
Hileras por parcela:	5
Hileras útiles por parcela:	3

### **2.7.2 Preparación del suelo.**

La preparación del suelo se hizo mediante la limpia del terreno y quemado de la maleza, estas actividades se llevaron a cabo una semana antes de la siembra.

### **2.7.3 Siembra.**

Se realizó de forma manual el 5 de enero del 2019, colocando una semilla por golpe a una distancia entre planta de 0,80 m y 0,25 m entre hileras, llegando a tener una población de 2880 plantas en 810 m<sup>2</sup>.

### **2.7.4 Aplicación de fertilizante.**

Se aplicó 2 saco de (Urea) y fertilizante foliar (Kristalon) 2 funda en dos aplicaciones a lo largo del cultivo.

En la primera aplicación (22 días después de la siembra), se incorporó al suelo ½ de urea y fertilizante foliar media funda. La segunda aplicación se realizó a los 60 días después de la siembra, incorporando 1 saco ½ de urea y de fertilizante



foliar 1 funda y  $\frac{1}{2}$ . Cabe recalcar que en todos los tratamientos se aplicó la misma dosis de fertilizantes.

#### **2.7.5 Control de malezas.**

El control de malezas se realizó de forma química en la etapa de los 60 días después de la siembra. Se usó  $\frac{1}{2}$  litro de Amina y 1 lt de killer para un tanque de 100 lt de agua.

#### **2.7.6 Control fitosanitario.**

El control fitosanitario se realizó en función de la presencia de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo.

Se controló la plaga del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se aplicó el químico de "Lannate", 2 sobre para 100 lt de agua; y la Gualpa (*Anoxia villosa*, *Melolontha melolontha*) se utilizó "Lorfbam", 250 ml en 100 lt de agua, esto se realizó para que no afecte al cultivo.

#### **2.7.7 Cosecha.**

Se realizó una cosecha manual de las mazorcas en el área útil de las parcelas, cuando estas ya habían alcanzado su madurez fisiológica. Posteriormente se procedió al desgrane de las mazorcas y el peso del grano se expresó en gr.

### **2.8 Resultados**

Una vez realizado el análisis estadístico, los resultados demuestran que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. Para el total de los órganos vegetales se denota que no hay diferencias para ningún tratamiento en ninguna de las etapas. Pero se puede aclarar que hay diferencias de promedios entre ellos, para esto, el mejor tratamiento a los 20 días después de la siembra DDS fue el ATL-400 con 19,0 gr MS m<sup>-2</sup>. A los 40 y 80 DDS; el híbrido TRUENO fue el que mejor acumulando biomasa con 1500.25 gr MS m<sup>-2</sup>; en cuanto a los 60 DDS el mejor fue UTEQ con 830,50 gr MS m<sup>-2</sup>. Por otro lado, el híbrido ATL-400 presenta una excelente acumulación de biomasa en torno a 1242.75 gr MS m<sup>-2</sup> a los 100 DDS. Por último, a los 120 DDS el híbrido TRUENO presento la mejor respuesta con aproximadamente 1560.15 gr MS m<sup>-2</sup>.

## Biomasa seca de híbridos de maíz en la zona de Boyacá-Chone.

**Tabla 5.** Biomasa seca total en tallo, hojas y mazorca para los cuatro híbridos evaluados en la zona de Boyacá - Chone.

Órgano vegetal	DDS	ATL400	TRUENO	H-551	UTEQ	Promedio	EEM
		----- gr MS m <sup>2</sup> -----					
<b>Total</b>	20	19,0 a	14,25 a	17,0 a	16,25 a	16.63	0,86
	40	182,25 a	194,75 a	172,5 a	186,75 a	184.06	5,19
	60	779,75 a	830,25 a	694,75 a	830,50 a	783.81	37,80
	80	1299,50 a	1500,25 a	1142,50 a	1372,50 a	1328.69	60,53
	100	1242,75 a	1228,75 a	1155,75 a	1217,25 a	1211.13	27,06
	120	1392.95 ab	1560.15 a*	1350.82 ab	1190.78 b	1233.01	25,35
<b>Tallo</b>	20	6,0 a	5,0 a	4,25 a	5,25 a	5.13	0.34
	40	92,5 a	100,25 a	91,5 a	107 a	97.81	3.85
	60	301,75 a	315,25 a	297,5 a	313,0 a	306.88	18.09
	80	459,75 a	635,00 a	349,50 a	490,25 a	483.63	49.31
	100	326,50 a	326,25 a	255,25 a	306,00 a	303.50	13.54
	120	510.15 ab	643.00 a*	447.65 ab	384.10 b	355.56	13.63
<b>Hoja</b>	20	13,0 a	9,25 a	12,75 a	16,0 a	12.75	1.11
	40	89,75 a	94,5 a	81,0 a	79,75 a	86.25	2.79
	60	155,5 a	159,25 a	112,75 a	135,5 a	140.75	10.02
	80	151,75 a	160,50 a	140,50 a	138,00 a	147.69	3.86
	100	161,25 a*	135,50 ab	120,75 b	126,75 b	136.06	5.29
	120	120.08 a	128.00 a	120.25 a	89.88 a	114.55	5.82
<b>Mazorca</b>	20	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	40	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	60	322,5 a	355,8 a	284,5 a	382,5 a	336.19	19.40
	80	688,00 a	704,75 a	652,50 a	744,25 a	697.38	22.36
	100	755,00 a	767,00 a	779,75 a	784,50 a	771.56	17.00
	120	762.73 a	789.15 a	782.93 a	716.80 a	762.90	16.68

\* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey (p > 0.05)

EEM= Error estándar de la media

Para la biomasa acumulada en los tallos, los resultados demuestran que no hay diferencias significativas entre los 20 a 100 DDS, no obstante, a los 120 DDS si se denota una diferencia estadística entre los híbridos en estudio. Siguiendo con el análisis de los resultados, a los 20 y 40 DDS los híbridos con los mejores resultados fueron el ATL-400 y UTEQ con 6 y 107 gr MS m<sup>-2</sup>, respectivamente. De igual modo, la mejor acumulación de biomasa a los 60 y 80 DDS la obtuvo el híbrido TRUENO con 315.25 y 635.0 gr MS m<sup>-2</sup>. Para los 100 DDS el mejor fue ATL-400 con 326.50 gr MS m<sup>-2</sup>. Finalmente, a los 120 DDS, se detectó la única diferencia estadística significativa en el híbrido TRUENO con 203.93 gr MS m<sup>-2</sup>, lo cual se puede asumir que este híbrido tiene una menor tasa de desacumulación de biomasa.

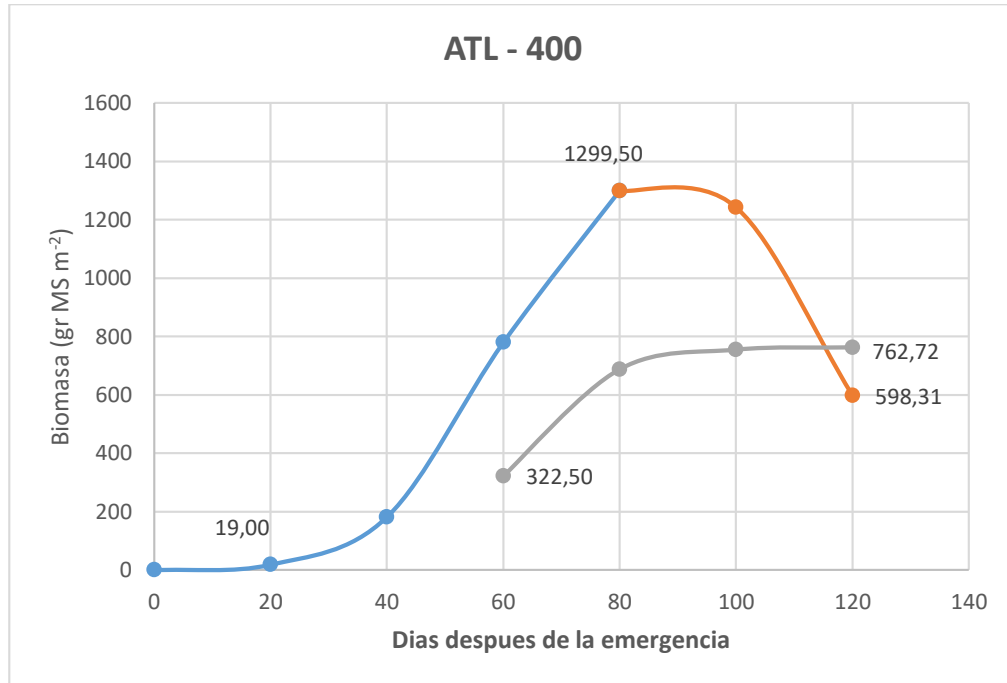
La biomasa acumulada en las hojas, los resultados indican que no hay diferencias significativas entre los 20 a 80 y 120 DDS, no obstante, a los 100 DDS si se denota una diferencia estadística entre los híbridos en estudio. Con respecto a los 20 DDS el híbrido con mejor promedio de biomasa seca fue el UTEQ con 16.0 gr MS m<sup>-2</sup>. En contraste con el anterior, los mejores promedios a los 40, 60 y 80 DDS fue para el híbrido TRUENO con 94.5, 159.25 y 160.5 gr MS m<sup>-2</sup>. Por último, a los 100 y 120 DDS los mejores fueron ATL-400 y TRUENO con 161.25 y 128 gr MS m<sup>-2</sup>, respectivamente.

Hacia el final del ciclo vegetativo en el llenado de la mazorca y a pesar de no haber diferencias estadísticas significativas, se puede resaltar que el híbrido UTEQ obtuvo los mayores promedios en la acumulación de biomasa seca desde los 60 hasta los 100 DDS con 382.5, 744.25 y 784.5 gr MS m<sup>-2</sup>. No obstante, a los 120 DDS el híbrido con los mejores promedios fue TRUENO con 789,15 gr MS m<sup>-2</sup>.

Por otro lado, la figura 1 muestra los promedios de biomasa total acumulada expresada en gr MS m<sup>-2</sup> para el eje Y, por otro lado, en el eje de la X se presenta los días después de la emergencia. En general, para este estudio todos los híbridos presentan un mismo patrón de acumulación y desacumulación de biomasa y por consiguiente un mismo llenado de grano en cada una de las fases evaluadas.

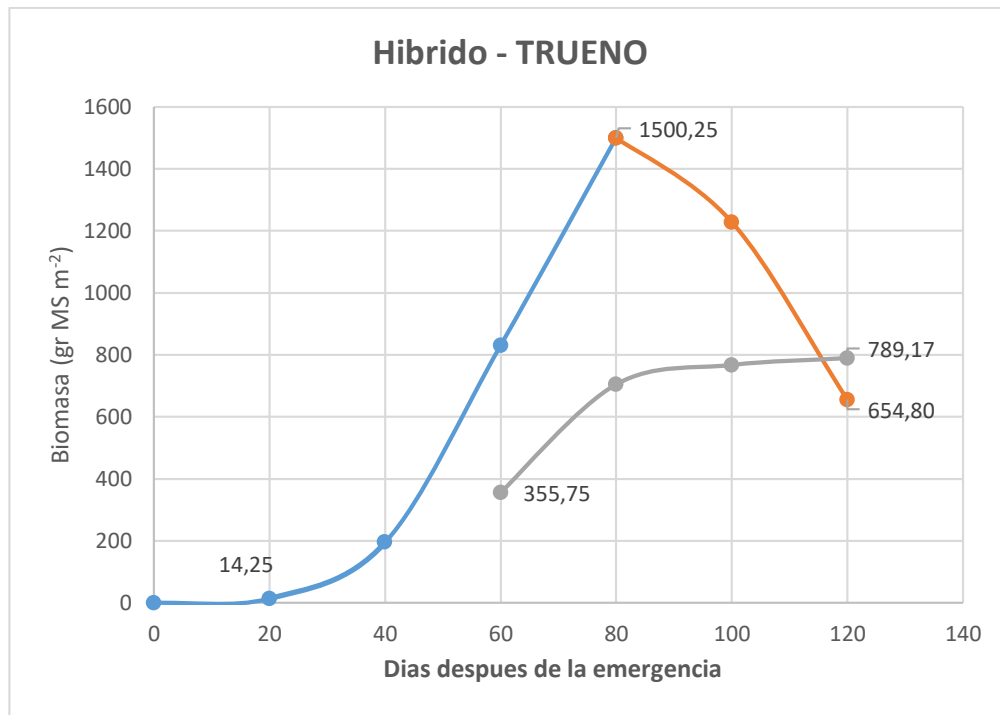
## Tasa de acumulación de biomasa seca tallo, hojas y mazorca.

**Figura 1.** Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas.



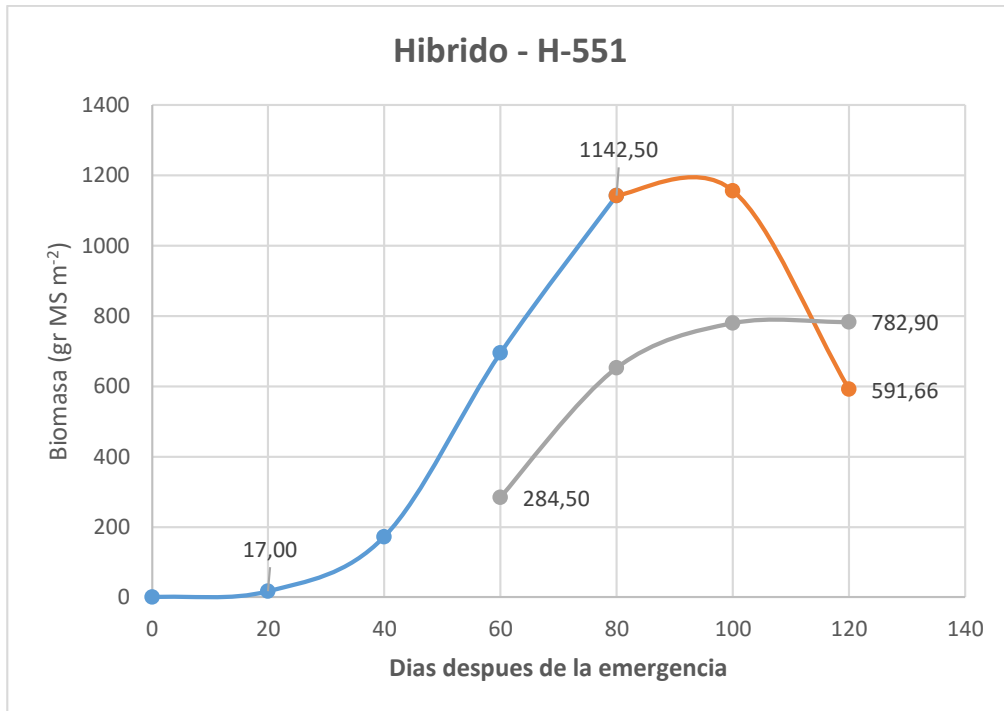
Con respecto a la acumulación de biomasa, en ATL-400 se puede expresar que desde los 20 hasta los 80 DDS, este híbrido comienza a aumentar su biomasa a razón de 22.2 gr MS m<sup>2</sup> diaria, pasando de un promedio de 19.0 a 1299.5 gr MS m<sup>2</sup>, respectivamente. En cambio, la desacumulación partió aproximadamente a los 90 DDS llegando hasta los 120 DDS con una biomasa de 598.31 gr MS m<sup>2</sup>. El llenado de grano relevado a los 60 DDS denota una cantidad de materia seca de alrededor de 322.50 gr MS m<sup>2</sup>, llegando a estabilizarse en los 100 DDS y alcanzando un máximo a los 120 DDS con alrededor de 762.72 gr MS m<sup>2</sup>.

**Figura 2.** Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas.



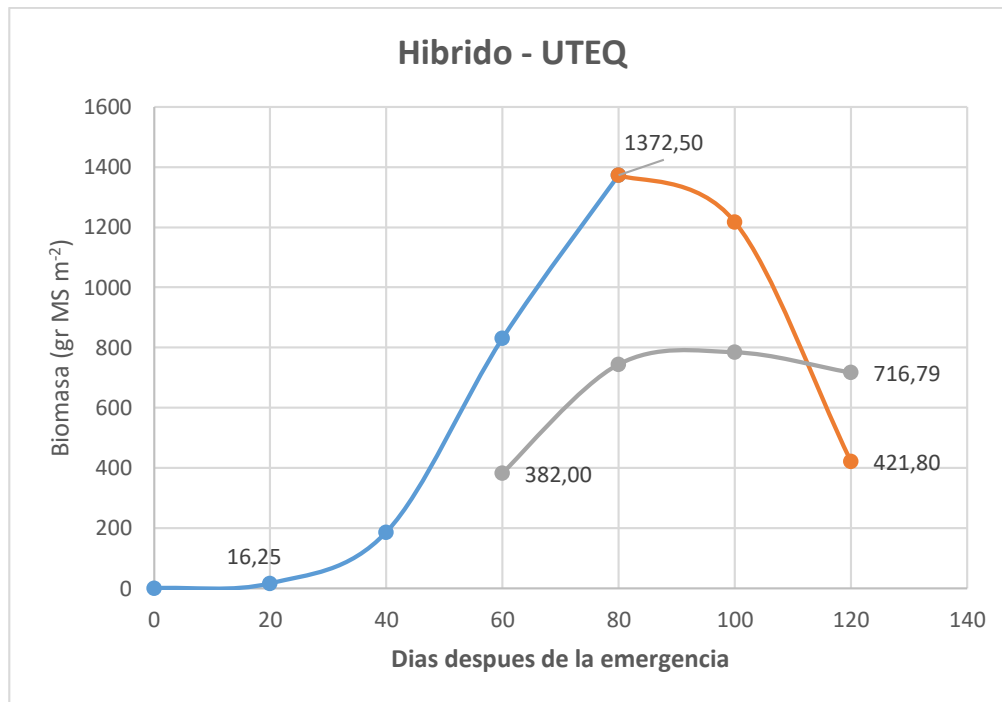
La acumulación de biomasa para el Hibrido TRUENO presentada en la figura 2, parte con un incremento a los 20 DDS con 14.25 gr MS m<sup>-2</sup>, llegando a su punto máximo a los 80 DDS con 1500.25 gr MS m<sup>-2</sup>, esto con una tasa de acumulación diaria de aproximadamente 25.5 gr MS m<sup>-2</sup>. En contraste, la desacumulación de biomasa que comenzó a los 80 y llegando hasta los 120 DDS con una biomasa de 654.8 gr MS m<sup>-2</sup>, llegando a ser el hibrido con la menor desacumulación de biomasa. En cuanto al llenado de granos, el mismo tiene una tendencia de crecimiento desde los 60 DDS con 355.75 gr MS m<sup>-2</sup>, llegando a un máximo de Biomasa con 789.17 gr MS m<sup>-2</sup>, a los 120 DDS.

**Figura 3.** Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas.



Para el hibrido H-551 denota una acumulación de biomasa que sigue el mismo patrón de las anteriores que va desde los 20 hasta los 80 DDS, este hibrido comienza a aumentar su biomasa a razón de  $15 \text{ gr MS m}^2 \text{ día}^{-1}$ , pasando de 17.0 a 1142.5  $\text{gr MS m}^2$ , respectivamente. En cambio, la desacumulación partió aproximadamente a los 90 y llegando hasta los 120 DDS con una biomasa de 591.66  $\text{gr MS m}^2$ . El llenado de grano relevado a los 60 DDS denota una cantidad de materia seca de alrededor de 284.5  $\text{gr MS m}^2$ , llegando a estabilizarse en los 100 DDS y alcanzando un máximo a los 120 DDS con alrededor de 782.90  $\text{gr MS m}^2$ .

**Figura 4.** Acumulación y desacumulación de biomasa total (tallos + hojas) y llenado de mazorcas.



La acumulación de biomasa para el Hibrido UTEQ presentada en la figura 4, comienza con un incremento a los 20 DDS con 16.25 gr MS m<sup>2</sup>, llegando a su punto máximo a los 80 DDS con 1372.5 gr MS m<sup>2</sup>, esto con una tasa de acumulación diaria de aproximadamente 23.6 gr MS m<sup>2</sup>. Por consiguiente, la desacumulación de biomasa parte desde los 100 DDS llegando hasta los 120 DDS con una biomasa de 421.8 gr MS m<sup>2</sup> llegando a ser el híbrido con la mayor desacumulación de biomasa. En cuanto al llenado de granos, el mismo tiene una tendencia de crecimiento desde los 60 DDS con 382.0 gr MS m<sup>2</sup>, llegando a un máximo de biomasa con 716.79 gr MS m<sup>2</sup>, a los 120 DDS.

Debido al patrón similar de acumulación de biomasa entre los híbridos evaluados. Se puede discutir que estos resultados contrastan con los presentados por Remache *et al.*, 2017 el cual manifiesta que bajo distintos niveles de fertilización llegó a su máximo de biomasa a los 105 días después de la emergencia.

## Absorción de nutrientes.

La figura 5 muestra los resultados de absorción nutrientes para las hojas, tallos, brácteas, tuza y grano de la planta de maíz. En general, para este estudio los híbridos ATL400, TRUENO y H-551 presentan un mismo patrón de absorción de nutrientes, donde se observa que el órgano más exigente en nutrientes fue la hoja a los 100 DDS. No obstante, el único híbrido que fue más exigente de nutrientes en la fase de llenado de grano fue el UTEQ.

**Figura 5.** Absorción total de nutrientes primarios (N, P y K) y secundarios (Ca y Mg) en hojas, tallos, brácteas - tuza y grano, a los 100 (DDS) en los cuatros híbridos evaluados en la zona de Boyacá - Chone.

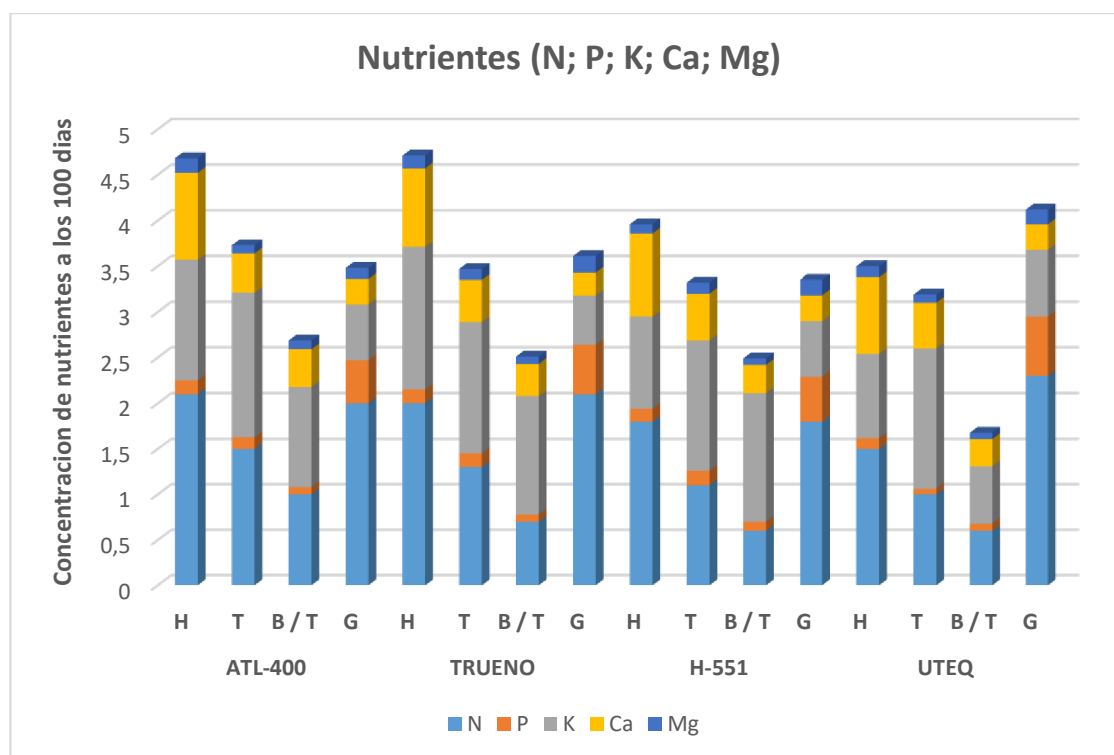


Figura 5. Según el INIAP "Estación Experimental Tropical Pichilingue", los resultados del análisis foliar.

La mayor concentración de Nitrógeno se situó en las hojas y grano en esta etapa de desarrollo, esta situación es similar a la obtenida por (Remache *et al.*, 2017), el cual menciona que la mayor parte de N es absorbido y acumulado en la parte foliar. Siguiendo un mismo patrón para todos los híbridos. Mientras que el Nitrógeno en tallo y la bráctea-tusa es requerido en pequeñas cantidades.



La mayor parte de P requerido se sitúa particularmente hacia el llenado de granos, al contrario, en las hojas, tallos, brácteas y tusa que se encuentra en una mínima parte. Criterio que concuerda con (Remache *et al.*, 2017) el cual manifiesta que la absorción de P es tres veces mayor cuando se acerca a madures fisiológica. Algunos autores como (Fallas *et al.*, 2011) manifiesta que las absorciones tardías se deben a que el aporte del follaje no es suficiente para satisfacer los requerimientos para la formación de la mazorca.

En cuanto al K, Ca y Mg es conservadora o estable en los distintos órganos. Las mayores concentraciones de estos elementos están en la hoja seguido del tallo y brácteas y una mínima parte se concentra en el grano. Para los nutrientes secundarios evaluados como el Ca y Mg hay un patrón similar en la concentración de nutrientes el cual se ve más en las hojas y el grano de maíz.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1 Diseño de la propuesta.**

En función de los datos encontrados se puede realizar la siguiente propuesta.

Usar nuevas tecnologías de manejo que permitan elevar el potencial productivo de los híbridos de maíz en las siembras comerciales. Esto nos permitirá seleccionar el mejor material para nuestra zona agroecológica maximizando los rendimientos y por ende, el éxito económico al productor.

Para cumplir los requerimientos nutricionales en el cultivo de maíz, es necesario evaluar aspectos que son netamente inherentes al cultivo como el particionamiento de biomasa y absorción de nutrientes bajo condiciones ideales de producción, ósea, sin restricciones hídricas, adecuado control de malezas y enfermedades.

Para obtener un buen rendimiento se debe manejar la fase de llenado del grano ya que en este periodo es primordial para incrementar los rendimientos de los híbridos

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

En base a los resultados presentados podemos concluir lo siguiente:

- Los mayores resultados en cuanto a biomasa acumulada total se dieron a los 120 DDS, siendo híbrido TRUENO. La mayor acumulación de biomasa en hojas la obtuvo el híbrido TRUENO a los 120 DDS. Para la hoja el mejor fue el ATL-400 a los 100 DDS, mientras que la mazorca no reportó diferencias estadísticas en la acumulación de biomasa.
- En cuanto a la acumulación y desacumulación de biomasa, el híbrido con los mejores resultados fue el TRUENO ya que obtuvo la mayor acumulación y la menor desacumulación, por lo cual se asume que podrá obtener buenos rendimientos.
- Finalmente, los nutrientes de mayor demanda en cada uno de los órganos evaluados fueron Nitrógeno y Potasio, teniendo un patrón similar para cada híbrido. No obstante, el Fosforo es muy requerido en la fase de llenado del grano para todos los híbridos.

#### 4.2 Recomendaciones

En base a los resultados presentado podemos recomendar lo siguiente:

- Se recomienda sembrar el híbrido TRUENO y ATL-400, ya que tiene un mejor rendimiento en el llenado de grano, una acumulación de biomasa; y estos servirá como alimentos para la ganadería.
- 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 la producción.
- Realizar ensayos en diferentes zonas de la provincia Manabí en relación a la absorción y requerimiento de nutrientes por los híbridos evaluados.

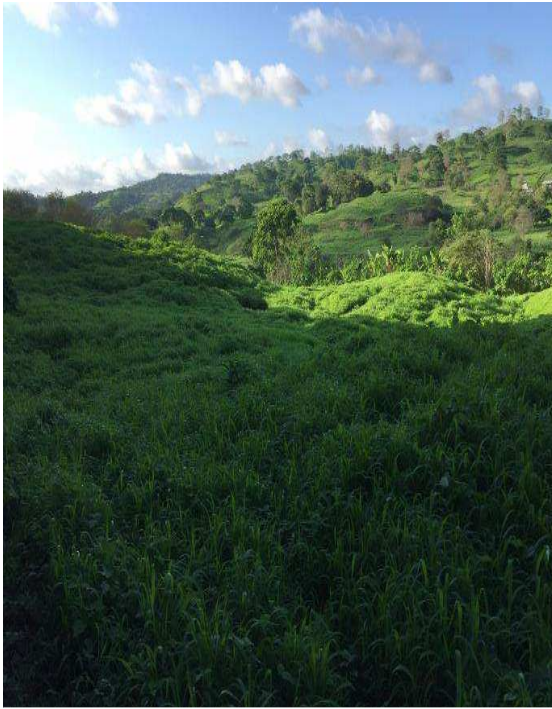
## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIPAC. (2011). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz. Quito-Ecuador: EESC.
- Agropecuario, M. (2001). Cultivo de maíz. Barcelona-España: Idea Books.
- Alvani, A. (2005). Manejo del cultivo de maíz. Brasil.
- Andrade, F. (1995). Analisis del crecimiento y rendimiento del maíz. Argentina: Field crops Research.
- Andrade, F. (1995). Analisis del crecimiento y rendimiento del maíz. Argentina: Fiel Crops Research.
- Arbaiza, A. (2002). Manual de producción de maíz. Perú: MUNDI Madrid-España.
- Bartolini, R. (1990). El maíz. Madrid-España: Mundi Prensa.
- Becerra, J. (1986). Taxonomía del maíz. España: Field Crop Research.
- Casteñedo, P. (1990). El maíz y su cultivo. Mexico: Primera Edición.
- Cirilo, S. (1996). Respuestas del maíz. Barcelona: La Barrosa.
- Denker, C. (1966). Manual de técnicas agrícolas. Barcelona: Omega, S.A.
- Edmeades, G. (1979). El desarrollo de la variabilidad de la planta de maíz en diferentes densidades de plantación. Mexico: Plant Sci.
- Fallas, R., Bertsh, F., Echandi, C., & Henriquez, C. (2011). Caracterización del desarrollo y absorción de nutrientes del Híbrido de maíz HC-57. Agronomía Costarricense.
- Fernandez, J. (2007). producción de biomasa en el cultivo de maíz. Barcelona: Sacal.
- Gabela, F., & Cardenas, M. (1989). Control de malezas en el maíz. Quito-Ecuador: EESC.
- Gonzales, A. (1995). el maíz y su conservación. Mexico: Trillas.

- Gostincar, J. (1998). *Técnicas Agrícolas en el cultivo de maíz*. España: Idea Books S.A.
- Hernandez, M. (2009). *Comportamiento de variable de crecimiento y rendimiento en maíz*. Nicaragua: Tesis UNA.
- INAMHI. (2013). *Estacion metereológicas*.
- INIAP. (2009). *Guía para la producción de maíz Amarillo en la zona central del litoral ecuatoriano*. Estación Experimental Tropical Pichilingue - Quevedo: EC.
- Maroto, J. (1998). *Horticultura herbacea especial*. Madrid-España: Mundi Prensa.
- Otegui, M. (1996). *Bases fisiológicas para el mejoramiento del maíz*. Mexico: La borrosa.
- Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W., & Morales, F. (2017). *Absorción de macro-nutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz*.
- Reyes, C. (1990). *El maíz y su cultivo*. Mexico: Tercera edición.
- Rimache, A. (2008). *Cultivo de maíz*. Mexico: Macro.
- Robles, R. (1986). *Genética y fitomejoramiento práctico*. Mexico: Limusa.
- Salmerón, F., & García, L. (1994). *Fertilidad y fertilización del suelo*. Nicaragua: UNA.
- Somarriba, C. (1997). *Texto básico de granos*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Vasquez, G. (1990). *Influencia de cultivo antecesores y método de control de maleza, crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz*. Nicaragua: UNA.
- Yanez, C., Caicedo, M., & Heredia, J. (2005). *Inventario Tecnológico del programa del maíz*. Quito-Ecuador: INIAP-EESC.

## ANEXOS

### Anexo 1. Fotografías



Fotografía 1. Área de estudio



Fotografía 2. Limpieza del terreno



Fotografía 4. Híbridos de maiz



Fotografía 3. Sembrar el maiz





Fotografía 5. Maiz 8 días de nacido



Fotografía 6. Maiz 15 días de nacido



Fotografía 7. Maiz 22 días de nacido



Fotografía 8. Maiz 1 mes de nacido





Fotografía 9. Toma de muestra # 1



Fotografía 10. Toma de muestra # 1



Fotografía 11. Toma de muestra  
# 1



Fotografía 12. Toma de muestra #  
1





Fotografía 13. Toma de muestra # 2-3



Fotografía 14. Toma de muestra # 2-3



Fotografía 15. Toma de muestra # 4-5



Fotografía 16. Toma de muestra # 4-5

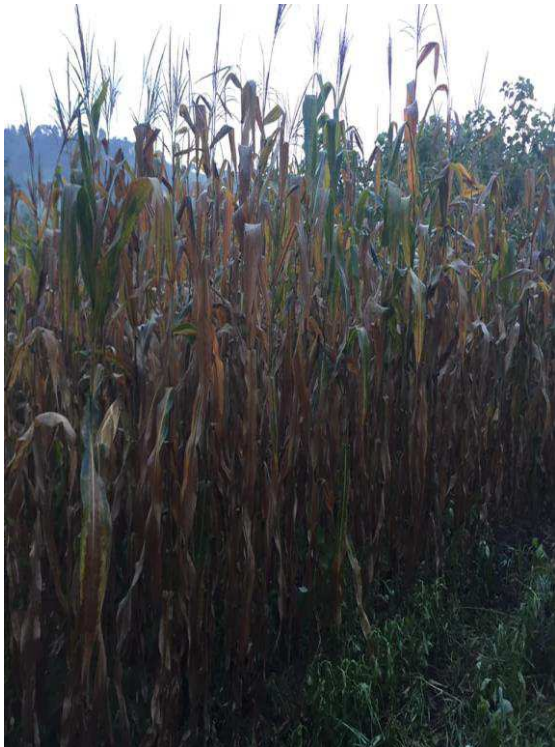




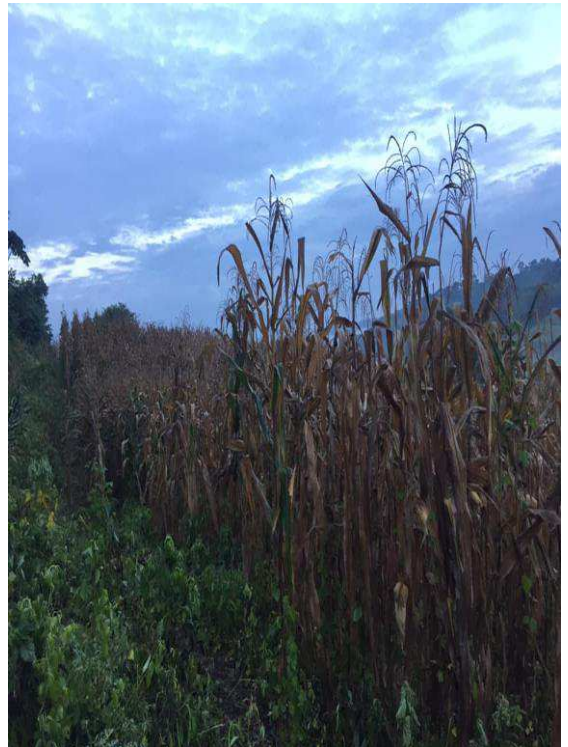
Fotografía 17. Toma de muestra # 4-



Fotografía 18. Toma de muestra # 4-5



Fotografía 19. Toma de muestra # 6



Fotografía 20. Toma de muestra # 6





Fotografía 21. Maíz totalmente seco



Fotografía 22. Secado de muestras a la estufa



Fotografía 23. Secado de muestras



Fotografía 24. Secado de muestras



Fotografía 25. Secado de muestras



Fotografía 26. Pesado de muestras fresco y seco



Fotografía 27. Pesado de muestras fresco y seco



Fotografía 28. Rendimiento en grano de cada tratamiento



Fotografía 29. Peso de rendimiento en grano de los 16 tratamientos más las cuatro parcelas demostrativas.



Anexo 2. Análisis de suelo



**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.etsp@inap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Heredia Pinos Marcos Raúl Dirección : heredin102@gmail.com Ciudad : Santa Ana Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Sin Nombre Provincia : Manabí Cantón : Sta. Ana Parroquia : Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : Maíz N° de Reporte : 5481 Fecha de Muestreo : 01/04/2019 Fecha de Ingreso : 01/04/2019 Fecha de Salida : 17/04/2019
---	--	---

N° Muest. Laborat.	mg/l 0.0ml		dS/m	C.E.	Ca		Mg		Ca+Mg (masa/ósmol)		(meq/l)½	ppm	Textura (%)			
	Al+H	Al			Na	Mg	K	Mg	K	E. Bases			RAS	CI	Arena	Limo
94666					5.2	2.73	17.01	27.74					18	62	20	Franco-Limoso



<b>INTERPRETACION</b> A+B, Al, Na : B = Poco M = Medio T = Exceso NS = No Salino LS = Lig. Salino S = Salino MS = Muy Salino	<b>ABREVIATURAS</b> C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Acabamiento de Suelo	<b>METODOLOGIA USADA</b> C.E. = Conductimetría M.O. = Titulación de Waller-Blair A+B = Titulación con NCOI
--	--	---

  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

  
 RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 3 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telef. 042 783044 suelos.eerp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre : Heredia Pinos Marcos Raul  
 Dirección : heredia102@gmail.com  
 Ciudad : Santa Ana  
 Teléfono :  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : Sin Nombre  
 Provincia : Manabí  
 Cantón : Sts. Ana  
 Parroquia :  
 Ubicación :

**PARA USO DEL LABORATORIO**

Cultivo Actual : Maíz  
 N° Reporte : 5481  
 Fecha de Muestreo : 01/04/2019  
 Fecha de Ingreso : 01/04/2019  
 Fecha de Salida : 17/04/2019

N° Muest. Laboral.	Datos del Lote		ppm						ppm				
	Identificación	Area	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
94666	Yasaca 1		40. M	56. A	1.54. A	22. A	4.2. A	42. A	6.4. M	9.6. A	15. B	16.5. A	0.72. M



**INTERPRETACION**

**pH**  
 MAc = Muy Acido LAc = Liger Acido LAI = Lige Alcalizo  
 Aa = Acido PN = Frac. Neutro MhAl = Medio Alcalino  
 MAr = Media Acido N = Neutro Al = Alcalino

**METODOLOGIA USADA**

pH = Suelo agua (1:2.5)  
 N,P,B = Colorimetría  
 S = Turbidimetría  
 K,Ca,Mg,Cu,Pc,Mn,Zn = Absorción atómica

**EXTRACTANTES**

Obten Modificado:  
 N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn  
 Extracto de Calcio Monobásico  
 B,S

*X.W. Buitrago*  
 RESPONSABLE DFTO/SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

Análisis 3. Análisis de laboratorio de la composición del maíz a los 100 días

INIAP  
ESTACION EXPERIMENTAL PICHILINGUE  
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Propietario:	Marcos Raúl Heredia Pinos		Nº. Reporte:	5929
Resistente:			Fecha Muestreo:	Mayo 26 de 2019
Hacienda:	Ensayo		Fecha Ingreso:	Julio 16 de 2019
Cultivo:	Maíz		Fecha Salida:	Julio 23 de 2019
Localización:	Boyaca	Chone	Municipio	El Retiro
	Parroquia	Cantón	Parroquia	Ubicación

INFORMACIÓN PARA ANÁLISIS ESPECIAL DE MAÍZ

Codigo	Identificación	Concentración %								ppm			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso	
70745	T1 Hojas	2.1	0.15	1.32	0.95	0.16							
70746	T2 Hojas	2.0	0.15	1.56	0.86	0.14							
70747	T3 Hojas	1.8	0.14	1.01	0.91	0.10							
70748	T4 Hojas	1.5	0.12	0.92	0.84	0.12							
70749	T1 Tallo	1.5	0.13	1.58	0.43	0.09							
70750	T2 Tallo	1.3	0.15	1.44	0.46	0.12							
70751	T3 Tallo	1.1	0.16	1.43	0.51	0.12							
70752	T4 Tallo	1.0	0.06	1.54	0.50	0.09							
70753	T1 Bracteas y Tuza	1.0	0.08	1.10	0.41	0.10							
70754	T2 Bracteas y Tuza	0.7	0.08	1.30	0.35	0.08							
70755	T3 Bracteas y Tuza	0.6	0.10	1.41	0.31	0.07							
70756	T4 Bracteas y Tuza	0.6	0.08	0.63	0.30	0.07							
70757	T1 Grano	2.0	0.47	0.61	0.28	0.12							
70758	T2 Grano	2.1	0.54	0.54	0.25	0.18							
70759	T3 Grano	1.8	0.49	0.61	0.28	0.17							
70760	T4 Grano	2.3	0.65	0.73	0.28	0.16							

Observaciones:

*Dr. Manuel Carrillo Z.*

Dr. Manuel Carrillo Z.

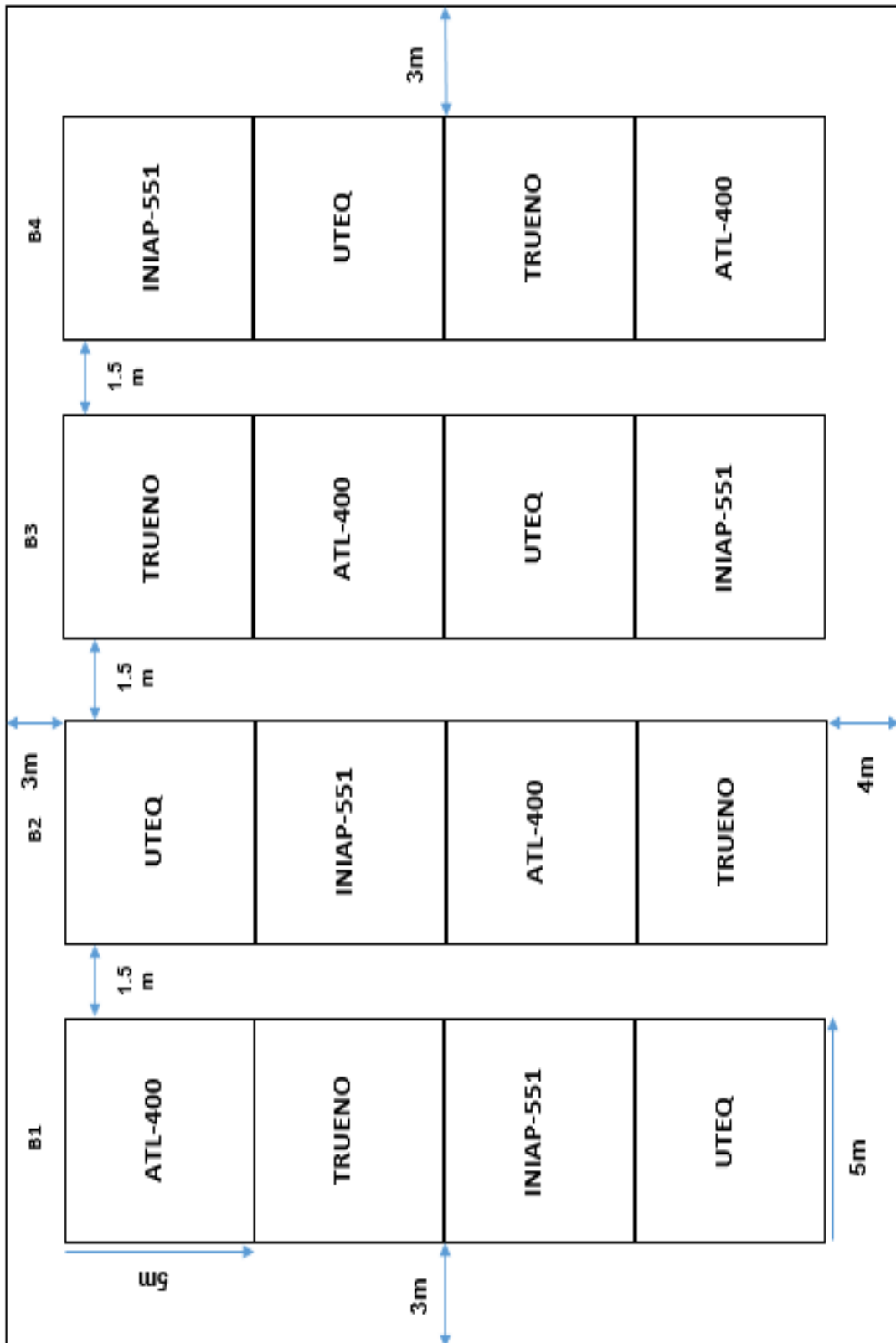
JEFE DEPARTAMENTO DMSA

*[Firma]*

Laboratorista



## Anexo 4. Croquis de campo



## Anexo 5. Análisis de varianza aplicada a las variables estudiadas

### Análisis de la varianza

#### PST20

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST20	16	0,23	0,03	26,12

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,25	3	2,08	1,16	0,3643
Tratamiento	6,25	3	2,08	1,16	0,3643
Error	21,50	12	1,79		
Total	27,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,81002

Error: 1,7917 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
ATL400	6,00	4	0,67 A
UTEQ	5,25	4	0,67 A
TRUENO	5,00	4	0,67 A
H-551	4,25	4	0,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza a los 20 días

#### PSH20

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH20	16	0,31	0,14	32,46

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91,50	3	30,50	1,78	0,2042
Tratamiento	91,50	3	30,50	1,78	0,2042
Error	205,50	12	17,13		
Total	297,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,68752

Error: 17,1250 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	16,00	4	2,07 A
ATL400	13,00	4	2,07 A
H-551	12,75	4	2,07 A
TRUENO	9,25	4	2,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Análisis de la varianza a los 20 días

## Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,26	0,08	19,76

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46,25	3	15,42	1,43	0,2829
Tratamiento	46,25	3	15,42	1,43	0,2829
Error	129,50	12	10,79		
Total	175,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,89644

Error: 10,7917 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
ATL400	19,00	4	1,64 A
H-551	17,00	4	1,64 A
UTEQ	16,25	4	1,64 A
TRUENO	14,25	4	1,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 20 días

### Análisis de la varianza

#### PST40

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST40	16	0,18	0,00	15,94

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	633,69	3	211,23	0,87	0,4842
Tratamiento	633,69	3	211,23	0,87	0,4842
Error	2918,75	12	243,23		
Total	3552,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=32,74075

Error: 243,2292 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	107,00	4	7,80 A
TRUENO	100,25	4	7,80 A
ATL400	92,50	4	7,80 A
H-551	91,50	4	7,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 40 días

PSH40

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH40	16	0,32	0,15	11,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	600,50	3	200,17	1,90	0,1840
Tratamiento	600,50	3	200,17	1,90	0,1840
Error	1266,50	12	105,54		
Total	1867,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,56715

Error: 105,5417 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	94,50	4	5,14 A
ATL400	89,75	4	5,14 A
H-551	81,00	4	5,14 A
UTEQ	79,75	4	5,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Análisis de la varianza a los 40 días**

Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,16	0,00	11,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1033,69	3	344,56	0,76	0,5370
Tratamiento	1033,69	3	344,56	0,76	0,5370
Error	5429,25	12	452,44		
Total	6462,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=44,65397

Error: 452,4375 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	194,75	4	10,64 A
UTEQ	186,75	4	10,64 A
ATL400	182,25	4	10,64 A
H-551	172,50	4	10,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Análisis de la varianza a los 40 días**

## Análisis de la varianza

### PST60

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST60	16	0,01	0,00	26,22

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	887,25	3	295,75	0,05	0,9864
Tratamiento	887,25	3	295,75	0,05	0,9864
Error	77672,50	12	6472,71		
Total	78559,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=168,89771

Error: 6472,7083 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	315,25	4	40,23 A
UTEQ	313,00	4	40,23 A
ATL400	301,75	4	40,23 A
H-551	297,50	4	40,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Análisis de la varianza a los 60 días

### PSH60

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH60	16	0,23	0,03	27,99

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5485,50	3	1828,50	1,18	0,3591
Tratamiento	5485,50	3	1828,50	1,18	0,3591
Error	18629,50	12	1552,46		
Total	24115,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=82,71623

Error: 1552,4583 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	159,25	4	19,70 A
ATL400	155,50	4	19,70 A
UTEQ	135,50	4	19,70 A
H-551	112,75	4	19,70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Análisis de la varianza a los 60 días

## PTM

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PTM	16	0,24	0,05	22,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21361,69	3	7120,56	1,24	0,3384
Tratamiento	21361,69	3	7120,56	1,24	0,3384
Error	68918,75	12	5743,23		
Total	90280,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=159,09583

Error: 5743,2292 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	382,00	4	37,89 A
TRUENO	355,75	4	37,89 A
ATL400	322,50	4	37,89 A
H-551	284,50	4	37,89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 60 días

### Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,14	0,00	19,96

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49139,19	3	16379,73	0,67	0,5871
Tratamiento	49139,19	3	16379,73	0,67	0,5871
Error	293735,25	12	24477,94		
Total	342874,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=328,44915

Error: 24477,9375 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	830,50	4	78,23 A
TRUENO	830,25	4	78,23 A
ATL400	779,75	4	78,23 A
H-551	694,75	4	78,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 60 días

## Análisis de la varianza

### PST80

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST80	16	0,28	0,11	38,56

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	166071,25	3	55357,08	1,59	0,2430
Tratamiento	166071,25	3	55357,08	1,59	0,2430
Error	417424,50	12	34785,38		
Total	583495,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=391,54265

Error: 34785,3750 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	635,00	4	93,25 A
UTEQ	490,25	4	93,25 A
ATL400	459,75	4	93,25 A
H-551	349,50	4	93,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 80 días

### PSH80

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH80	16	0,36	0,21	9,32

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1304,69	3	434,90	2,29	0,1299
Tratamiento	1304,69	3	434,90	2,29	0,1299
Error	2274,75	12	189,56		
Total	3579,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=28,90393

Error: 189,5625 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	160,50	4	6,88 A
ATL400	151,75	4	6,88 A
H-551	140,50	4	6,88 A
UTEQ	138,00	4	6,88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 80 días

## PTM

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PTM	16	0,15	0,00	13,26

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17413,25	3	5804,42	0,68	0,5816
Tratamiento	17413,25	3	5804,42	0,68	0,5816
Error	102608,50	12	8550,71		
Total	120021,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=194,12514

Error: 8550,7083 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	744,25	4	46,24 A
TRUENO	704,75	4	46,24 A
ATL400	688,00	4	46,24 A
H-551	652,50	4	46,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 80 días

### Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,30	0,13	17,00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	267483,69	3	89161,23	1,75	0,2104
Tratamiento	267483,69	3	89161,23	1,75	0,2104
Error	611931,75	12	50994,31		
Total	879415,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=474,06905

Error: 50994,3125 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	1500,25	4	112,91 A
UTEQ	1372,50	4	112,91 A
ATL400	1299,50	4	112,91 A
H-551	1142,50	4	112,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 80 días



## Análisis de la varianza

### PST100

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST100	16	0,31	0,13	16,60

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13523,50	3	4507,83	1,78	0,2050
Tratamiento	13523,50	3	4507,83	1,78	0,2050
Error	30444,50	12	2537,04		
Total	43968,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=105,74127

Error: 2537,0417 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

ATL400	326,50	4	25,18	A
TRUENO	326,25	4	25,18	A
UTEQ	306,00	4	25,18	A
H-551	255,25	4	25,18	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 100 días

### PSH100

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH100	16	0,57	0,46	11,39

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3823,69	3	1274,56	5,30	0,0147
Tratamiento	3823,69	3	1274,56	5,30	0,0147
Error	2883,25	12	240,27		
Total	6706,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=32,54103

Error: 240,2708 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

ATL400	161,25	4	7,75	A
TRUENO	135,50	4	7,75	A B
UTEQ	126,75	4	7,75	B
H-551	120,75	4	7,75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 100 días

## PTM

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PTM	16	0,03	0,00	9,70

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2118,19	3	706,06	0,13	0,9428
Tratamiento	2118,19	3	706,06	0,13	0,9428
Error	67207,75	12	5600,65		
Total	69325,94	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=157,10854

Error: 5600,6458 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
UTEQ	784,50	4	37,42 A
H-551	779,75	4	37,42 A
TRUENO	767,00	4	37,42 A
ATL400	755,00	4	37,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 100 días

### Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,10	0,00	9,47

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17658,75	3	5886,25	0,45	0,7239
Tratamiento	17658,75	3	5886,25	0,45	0,7239
Error	158019,00	12	13168,25		
Total	175677,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=240,90442

Error: 13168,2500 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
ATL400	1242,75	4	57,38 A
TRUENO	1228,75	4	57,38 A
UTEQ	1217,25	4	57,38 A
H-551	1155,75	4	57,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 100 días

## Análisis de la varianza

### PST120

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PST120	16	0,44	0,31	12,78

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19829,56	3	6609,85	3,20	0,0622
Tratamiento	19829,56	3	6609,85	3,20	0,0622
Error	24768,36	12	2064,03		
Total	44597,92	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=95,37591

Error: 2064,0296 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	399,03	4	22,72 A
ATL400	378,55	4	22,72 A
H-551	335,23	4	22,72 A
UTEQ	309,45	4	22,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 120 días

### PSH120

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PSH120	16	0,42	0,27	17,30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3411,10	3	1137,03	2,89	0,0792
Tratamiento	3411,10	3	1137,03	2,89	0,0792
Error	4714,97	12	392,91		
Total	8126,06	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=41,61303

Error: 392,9137 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	128,00	4	9,91 A
H-551	120,25	4	9,91 A
ATL400	120,08	4	9,91 A
UTEQ	89,88	4	9,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 120 días

### PTM

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PTM	16	0,19	0,00	8,78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12861,22	3	4287,07	0,95	0,4454
Tratamiento	12861,22	3	4287,07	0,95	0,4454
Error	53897,23	12	4491,44		
Total	66758,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=140,69327

Error: 4491,4354 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	789,15	4	33,51 A
H-551	782,93	4	33,51 A
ATL400	762,73	4	33,51 A
UTEQ	716,80	4	33,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 120 días

### Total

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Total	16	0,56	0,44	6,13

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	85641,14	3	28547,05	4,99	0,0178
Tratamiento	85641,14	3	28547,05	4,99	0,0178
Error	68591,11	12	5715,93		
Total	154232,25	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=158,71721

Error: 5715,9258 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
TRUENO	1316,17	4	37,80 A
ATL400	1261,35	4	37,80 A B
H-551	1238,40	4	37,80 A B
UTEQ	1116,13	4	37,80 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Análisis de la varianza a los 120 días