



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA  
FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO  
SECANO, EN PORTOVIEJO – MANABÍ**

**AUTORAS:**

**JENNYFER ESTHELA TRUJILLO BAYAS  
SELENA MAGDALENA ZAMBRANO LOOR**

**TUTOR:**

**ING. JOSE J. MENDOZA VARGAS, Mg.**

**CALCETA, JULIO DE 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Trujillo Bayas Jennyfer Esthela**, con cédula de ciudadanía 220053860-7 y **Zambrano Loor Selena Magdalena** con cédula de ciudadanía 135052897-0, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO SECANO, EN PORTOVIEJO – MANABÍ** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**TRUJILLO BAYAS JENNYFER ESTHELA**

**CC: 220053860-7**



---

**ZAMBRANO LOOR SELENA MAGDALENA**

**CC: 135052897-0**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**TRUJILLO BAYAS JENNYFER ESTHELA**, con cédula de ciudadanía 220053860-7 y **ZAMBRANO LOOR SELENA MAGDALENA** con cédula de ciudadanía 135052897-0, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO SECANO, EN PORTOVIEJO – MANABÍ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**TRUJILLO BAYAS JENNYFER ESTHELA**

CC: 220053860-7



---

**ZAMBRANO LOOR SELENA MAGDALENA**

CC: 135052897-0

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo **JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS** certifico haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO SECANO, EN PORTOVIEJO – MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **Trujillo Bayas Jennyfer Esthela y Zambrano Loor Selena Magdalena**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola , de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. JOSE JAVIER MENDOZA VARGAS**

**CC. 1306650043**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO SECANO, EN PORTOVIEJO – MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **TRUJILLO BAYAS JENNYFER ESTHELA** y **ZAMBRANO LOOR SELENA MAGDALENA**, previo a la obtención de título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Galo Alexander Cedeño García.

**CC:** 1311956831

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Sergio Miguel Vélez Zambrano

**CC:** 1310476773

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Cristian Sergio Valdivieso López

**CC:** 1717929283

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser nuestro padre celestial y ser mi guía a lo largo de mi vida, que me ha permitido gozar de salud y vida para así lograr mis metas.

A mis padres Adalberto Trujillo y Esther Bayas por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante todo este proceso de mi vida, quienes son los principales promotores de mis sueños, por sus consejos, valores y principios que me han inculcado. En general a toda mi familia quienes de una u otra forma se han involucrado de la mejor manera durante mi etapa estudiantil.

Mi agradecimiento y gratitud a mi novio, Cristhian Loor por el apoyo incondicional, su comprensión brindada en especial en esta etapa de estudio y por enseñarme que todo es posible cuando la Fe en Dios es lo primero en nuestras vidas.

A Selena Loor, compañera del proyecto de titulación y de carrera por su esfuerzo y entusiasmo se logró el objetivo propuesto en esta etapa de vida estudiantil.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mi tutor de tesis el Ing. Javier Mendoza y al Ing. Galo Cedeño por la asesoría, experiencia brindada y guiarme durante todo el proceso del proyecto de investigación.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola, quienes con responsabilidad, paciencia, vocación y liderazgo realizaron su labor de enseñar, por dar lo mejor de ellos para mi educación, por compartir su conocimiento y sabiduría, y mostrarme las capacidades que podía desarrollar e impulsar a ser mejor cada día.

Y finalmente gracias a todos aquellos compañeros y conocidos que me han brindado su apoyo y han compartido gratos y buenos momentos conmigo.

***Jennyfer Esthela Trujillo Bayas***

## AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme creado, darme la vida, darme fuerza, sobre todo de voluntad para no rendirme nunca a lo largo de mi camino, por haberme permitido estudiar y como no, por haberme puesto en mi camino a personas maravillosas que hicieron posible que siguiera estudiando; eternamente agradecida con Dios por todo lo que me da diariamente y por todo lo que me quita también, porque todo lo que me da y todo lo que me quita, es para mi bien.

A Anita Cruz y Antonio García por todo el apoyo que me han brindado, por esa gran labor que tienen de ayudar a los demás, a todas esas maravillosas personas que de alguna u otra manera ayudan en la organización “Latiendo con el Sur” en Jaén – España; a Johanna Navia, gracias por el apoyo y sus palabras.

A mis padres Betzi Loor y Miguel Zambrano por ser unos padres luchadores, son una de mis razones por las que seguí estudiando; en general a toda mi familia, quienes de alguna u otra manera se han involucrado en mi etapa estudiantil. A mi novio Michael Cedeño, gracias por el apoyo siempre y a su familia también.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me brindó la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Al mi tutor de tesis Ing. Javier Mendoza y al Ing. Galo Cedeño por el tiempo, asesoría y apoyo incondicional brindada en la realización del proyecto, por sus experiencias y conocimientos, los cuales fueron importantes para el proyecto; a Don Víctor Palma y a el Ing. Benny Avellán del INIAP – Portoviejo, gracias por la ayuda brindada.

A los docentes quienes, con perseverancia, capacidad, entusiasmo, paciencia, realizaron su labor de enseñar, no solo con sus conocimientos, también con sus experiencias y sabiduría, logrando así enseñarme capacidades para desarrollarme mejor cada día.

A mi compañera de tesis Jennyfer Trujillo por el esfuerzo que pusimos en el proyecto, a su novio Cristhian Loor por la ayuda brindada. A la Señora María Vera y a su hija y también compañera Beatriz Moreira Vera por tratarme como parte de su familia, gracias por todo.

Y a todos aquellos compañeros, amigos, conocidos que con sus palabras o apoyo han compartido conmigo momento buenos y malos. Gracias a todos.

***Selena Magdalena Zambrano Loor***



## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en todo momento, por haberme dado la vida, darme las fuerzas necesarias para seguir adelante cada día en este proceso y permitir haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación.

A mis amados padres Adalberto Trujillo y Esther Bayas porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos y su infinito amor, que con esfuerzo y perseverancia me han apoyo incondicional, todo lo que soy es gracias a ellos.

A toda mi familia porque con sus palabras de aliento y consejos hicieron de mí una mejor persona y así poder llegar a lograr cada uno de mis metas.

Y finalmente a amigos y compañeros que he conocido y me han apoyado de una u otra manera en este proceso estudiantil.

***Jennyfer Esthela Trujillo Bayas***

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, por permitirme llegar hasta donde estoy, por darme las fuerzas necesarias día a día, por no dejar que me rinda nunca, por permitirme seguir con mis sueños.

A mis padres Betzi Loor y Miguel Zambrano por ser unos padres luchadores, por su sacrificio y trabajo que han hecho por mí. A Anita Cruz y Antonio García por la ayuda y apoyo siempre.

A mis hermanos; Tania Zambrano, Thalía Zambrano, Dioselina Zambrano, Jhonny Zambrano y en especial a mi hermana Jazmín Zambrano que está en el cielo.

Y a todas aquellas personas, amigos y conocidos que siempre han confiado en mí y me han brindado apoyo incondicional para alcanzar este logro.

***Selena Magdalena Zambrano Loor***

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	ix
DEDICATORIA .....	x
CONTENIDO GENERAL .....	xi
CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS, PREMISASY/O IDEAS A DEFENDER .....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. MAÍZ EN EL ECUADOR .....	5
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	5
2.3. HÍBRIDOS.....	5
2.3.1. H-601.....	5
2.3.2. H-603.....	6
2.4. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICOS .....	7

2.5. FERTILIZACION LIQUIDA vs GRANULADA .....	7
2.5.1. Cantidad de fertilizante a aplicar .....	8
2.6. ROL DE LOS NUTRIENTES.....	8
2.6.1. Nitrógeno.....	8
2.6.2. Fósforo .....	9
2.6.3. Potasio .....	9
2.7. EQUIPO DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES.....	10
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>12</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	12
3.1.1. DATOS CLIMÁTICOS .....	12
3.2. FACTORES EN ESTUDIO.....	12
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	13
3.5. VARIABLES RESPUESTA .....	13
3.5.1. Morfo-agronómicas .....	13
3.5.2. Componentes de rendimiento .....	14
3.5.3. Eficiencias agronómicas de la fertilización N.....	15
3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	16
3.6.1. Tratamiento de semillas .....	16
3.6.2. Control de malezas en pre-emergencia.....	16
3.6.3. Control de malezas en post-emergencia .....	16
3.6.4. Fertilización .....	16
3.6.5. Control fitosanitario .....	18
3.7. ANÁLISIS DE DATOS .....	18
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>19</b>
4.1. Variables morfo-agronómicas .....	19
4.2. Variables componentes de rendimiento .....	20

4.3. Eficiencia agronómica sobre el nitrógeno .....	22
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	25
5.2. RECOMENDACIONES .....	25
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>32</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ficha técnica: Fuente MATABI 2020 .....	11
<b>Figura 2.</b> Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021 .....	22
<b>Figura 3.</b> Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre la eficiencia agronómica de nitrógeno en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021 .....	23

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Esquema del Análisis de varianza .....	13
<b>Tabla 2.</b> Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización líquida .....	17
<b>Tabla 3.</b> Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización granulada .....	17
<b>Tabla 4.</b> Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada en el crecimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021. ....	19
<b>Tabla 5.</b> Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre los componentes de rendimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021. ....	20
<b>Tabla 6.</b> Beneficio económico neto de la fertilización complementaria con F. líquida Inyectada, F. líquida en drech y F. granulada en maíz amarillo duro. ....	24

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano, en Portoviejo-Manabí. El experimento se desarrolló en la zona maicera El Florón. Los tratamientos consistieron de dos genotipos (INIAP H – 601 e INIAP H – 603) y tres tecnologías de fertilización (fertilización líquida en drench, líquida inyectada y granulada). Las principales variables registradas fueron rendimiento de grano (RG), eficiencia agronómica de N (EAN) y beneficio económico neto (BEN). El RG y EAN fueron influenciados significativamente ( $p < 0.05$ ) por los tratamientos de fertilización, independientemente de los genotipos evaluados. El mayor RG se logró con la fertilización líquida inyectada y en drench, con 8376.72 y 7898.39 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Así mismo la mayor EAN fue alcanzada con la fertilización líquida inyectada y en drench, con 23.61 y 20.95 kg de grano kg<sup>-1</sup> de N aplicado, respectivamente. Del mismo modo, la fertilización líquida inyectada y en drench obtuvieron los mayores BEN con 806 y 676 USD ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se concluye, que bajo condiciones de secano de zonas maiceras de Portoviejo es más conveniente y rentable realizar la fertilización líquida inyectada y en drench superficial.

**Palabras claves:** Zea mays, Productividad, Eficiencia de N, Rentabilidad.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the agronomic and economic effectiveness of liquid fertilization in hard yellow corn under rainfed conditions, in Portoviejo-Manabí. The experiment was developed in the maize zone El Florón. The treatments consisted of two genotypes (INIAP H – 601 and INIAP H – 603) and three fertilization technologies (liquid fertilization in drench, liquid injected and granulated). The main variables recorded were grain yield (RG), agronomic efficiency of N (EAN) and net economic benefit (BEN). The RG and EAN were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the fertilization treatments, regardless of the genotypes evaluated. The highest RG was achieved with injected and drenched liquid fertilization, with 8376.72 and 7898.39 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. Likewise, the highest EAN was reached with injected liquid fertilization and drench, with 23.61 and 20.95 kg of grain kg<sup>-1</sup> of applied N, respectively. Similarly, injected and drenched liquid fertilization obtained the highest BEN with 806 and 676 USD ha<sup>-1</sup>, respectively. It is concluded that under rainfed conditions in maize areas in Portoviejo is more convenient and profitable to carry out injected liquid fertilization and surface drenching.

**Keywords:** *Zea mays*, Productivity, N Efficiency, Profitability.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se estima que la producción mundial de maíz alcanzará los 1177,30 millones de toneladas métricas en 2023, creciendo a una tasa compuesta anual de 2,14% para el período que abarca de 2019 a 2023. Se espera que factores como el aumento de la población, la aceleración de la economía, el aumento de la demanda de alimentación, el uso industrial y el uso creciente de almidón de maíz impulsen el mercado. Sin embargo, el crecimiento de la industria se verá desafiado por largos períodos de producción y problemas relacionados con el clima y las plagas (Research and Markets, 2020; FAO, 2020).

Para Ecuador el maíz representa un rubro agrícola de vital importancia en términos económicos, sociales y alimentario. Sin embargo, la principal problemática del cultivo es el bajo rendimiento con un promedio de 5.93 t ha<sup>-1</sup>, en relación a otros países productores como Argentina, Brasil y EE.UU., que superan ampliamente este rendimiento (MAG, 2018; FAO, 2019). La mayor superficie de maíz duro seco, se desarrolla en el litoral ecuatoriano, donde el 97% no tiene acceso al riego, por lo cual la mayor producción se desarrolla en sistema de secano dependiente de las lluvias (MAG, 2019).

En este sentido, según reportes oficiales en los últimos años se han venido presentado anomalías en las precipitaciones durante la época lluviosa, con periodos amplios de escasez de lluvia y afectaciones sobre la producción agrícola (MAG, 2020). En Manabí, por lo general las precipitaciones han venido mostrando un comportamiento errático e irregular causando periodos cortos de sequía dentro de la época lluviosa, lo cual afecta la producción al no contarse con la instalación permanente de sistemas de riego, y más aún cuando la mayor área de siembra de maíz es en ladera (Jiménez *et al.*, 2012; Thielen *et al.*, 2016; Pérez *et al.*, 2018).

En relación a lo anterior, al producirse periodos cortos de sequía dentro de la época lluviosa se afecta significativamente la fertilización y la nutrición del cultivo,

debido a que la falta de humedad en el suelo no permite la solubilización eficiente de los fertilizantes aplicados en banda superficial, y más aún cuando las principales fuentes utilizadas son fosfato de amónico (DAP), muriato de potasio (MOP) y urea, los cuales no pueden solubilizarse y sufren pérdidas significativas por volatilización, lixiviación y escorrentía (IPNI, 2012; Navarro y Navarro, 2014 ; MAG, 2021b). Lo anteriormente descrito, limita el uso eficiente de los nutrientes, dada la importancia del agua como principal vehículo y solvente para las transformaciones, transporte y asimilación de los nutrientes para las plantas (IPNI, 2012; Subhani *et al.*, 2012; Shiferaw, 2017; Morris *et al.*, 2018).

Sumado a lo anterior, es bien conocido que durante los periodos secos se incrementa la presión de insectos – plagas vectores de virus, y de patógenos, que, al encontrar una planta debilitada por una nutrición limitada por el estrés hídrico, se reduce el potencial productivo del cultivo (Grimmer *et al.*, 2012; Van Munster *et al.*, 2017; Van Munster, 2020). En ese sentido, se ha demostrado que una fertilización balanceada y eficiente es efectiva para fortalecer la respuesta de los cultivos ante el ataque severo de plagas y patógenos (Gupta *et al.*, 2017; Magero *et al.*, 2018; Cabot *et al.*, 2019).

Actuales investigaciones han demostrado la efectividad de la fertilización líquida en agricultura de secano, tanto para incrementar el rendimiento del cultivo, así como el uso eficiente de nutrientes (Walsh y Christiaens, 2016; Steusloff *et al.*, 2019; Fahrurrozi *et al.*, 2019; Drazic *et al.*, 2020). Sin embargo, bajo condiciones del litoral ecuatoriano y especialmente en Manabí estas tecnologías no se han probado y validado en la producción de maíz amarillo duro cultivado en secano, lo cual es una limitante para emitir dominios de recomendaciones acertadas.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo a investigaciones de largos años establecidos por el Departamento de Fisiología de cultivos de la Universidad de Illinois (2018), existen siete factores que definen el rendimiento del cultivo de maíz a nivel mundial, entre los cuales el clima, la fertilización nitrogenada y el genotipo son los mayores contribuyentes con el 27, 26 y 19%, respectivamente. En este sentido, como ya se ha revisado

que en Manabí en los últimos años las lluvias han presentado un comportamiento errático con periodos de sequía en plena época lluviosa, lo cual afecta la eficiencia de los fertilizantes granulados y la nutrición del cultivo, se hace sumamente importante buscar alternativas de fertilización que permitan ser más eficiente la nutrición del cultivo aún bajo las limitantes ambientales previamente descritas. Por otra parte, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través del Programa de maíz de la Estación Experimental Portoviejo, ha liberado en los últimos años material genético con tolerancia a estrés hídrico, lo cual es de gran ayuda bajo las limitaciones hídricas que se producen en secano. En este contexto, la efectividad de fertilización líquida probada en trabajos previos, podría potenciar el rendimiento de los genotipos ya existentes con caracteres de tolerancia al estrés hídrico, y de comprobarse lo anterior, permitiría desarrollar una tecnología de fertilización eficiente, con incrementos del rendimiento del cultivo y de ingresos económicos para productores maiceros de Manabí que practican agricultura de secano. Por lo anteriormente descrito, la investigación propuesta se justifica plenamente.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano, en Portoviejo-Manabí.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la eficiencia agronómica de la fertilización líquida en dos genotipos de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano
- Comparar la eficacia de la fertilización líquida vs la fertilización granulada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano
- Estimar las ventajas económicas de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano

#### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

La fertilización líquida es eficaz para incrementar el rendimiento, la eficiencia agronómica de la fertilización y el beneficio económico del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. MAÍZ EN EL ECUADOR

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo de ciclo corto que es considerado como uno de los tres cereales más diverso y consumido en el mundo junto con el trigo y el arroz, tanto que se utiliza para alimento de humanos como de animales Cortés, 2000, citado por (Nole, 2012).

En el Ecuador el maíz duro viene ser unas de las pocas especies cultivadas a nivel nacional, por lo que es considerado como producto agrícola más importante; Se registra una siembra anual de maíz amarillo duro de 361.347 ha, anualmente se produce un promedio de 717.940 Tm. Donde la producción de este maíz amarillo duro se encuentra altamente polarizada en las provincias de la Costa (Ríos, Manabí y Guayas) INEC, 2010; MAGAP, 2015, citado por (Alcívar y López, 2018).

### 2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Molina (2010), menciona la siguiente clasificación taxonómica;

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Z. mays</i>
Nombre Científico	<i>Zea mays</i>

### 2.3. HÍBRIDOS

#### 2.3.1. H-601

Según INIAP (2004), expresa que este es un híbrido convencional simple generado mediante el cruzamiento de la línea (S4) LP3a, como progenitor

femenino la línea S6 L14 (CIMMYT); las características agronómicas que presenta este híbrido es;

- Ciclo vegetativo: 120 días
- Altura de planta: 232 cm.
- Inserción de la mazorca: 118 cm.
- Floración Masculina: 52 días
- Floración femenina: 55 días
- Diámetro de mazorca: 5 cm
- Longitud de mazorca: 19 cm
- Grano: grano color amarillo, duro, cristalino
- Resistencia a: acame o volcamiento
- Tolerancia a: sequía
- Peso de 1000 semillas: 412 g
- Cantidad aproximada de semilla certificada por ha. 15 kg/ha
- Potencial de rendimiento: 162 qq/ha

### **2.3.2. H-603**

Según INIAP (2016), detalla que el H-603 es generado mediante el cruzamiento de la línea S4; POB.3F4. 27-1-1 (Progenitor femenino) y la línea CML-451 (Progenitor masculino), lo cual le hace tener un alto potencial de rendimiento, tolerante a enfermedades foliares y con excelentes características agronómicas; por ello presenta las siguientes características agronómicas;

- Ciclo vegetativo: 120 días
- Altura de planta: 259 cm.
- Inserción de la mazorca: 127 cm.
- Grano: grano color amarillo, duro, cristalino
- Floración masculina: 55 días
- Floración femenina: 57 días
- Longitud de mazorca: 20 cm
- Diámetro de mazorca: 5.3 cm
- Resistencia a: acame o volcamiento.
- Peso de 1000 semillas: 360 g

- Densidad de siembra: 80 cm en hilera y 20 cm entre plantas, dando una población de 62500 plantas por hectárea
- Cantidad aproximada de semilla certificada por ha. 20 kg/ha

## 2.4. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICOS

- Las condiciones ambientales optimas es en climas cálidos y luminosidad entre seis y siete horas luz día
- Se requiere una temperatura entre 24 °C a 30 °C, cual va variando según el estado de desarrollo del cultivo
- El tipo de suelo apto son suelos profundos, permeables, alto contenido de materia orgánica, de preferencia suelos francos arcillosos y una profundidad efectiva de 50 cm
- Favorece suelos con pH 5,5 a 6 (SENASA, 2020)

## 2.5. FERTILIZACION LIQUIDA vs GRANULADA

La fertilización **liquida** o fertirrigación da beneficio del flujo de H<sub>2</sub>O de la aplicación del riego para así transportar los principales elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces. Consiguiendo así que llegue a la situación óptima del buen manejo de los nutrientes, el agua, la energía y reduce la contaminación; de ellas unas de las ventajas que presenta esta fertilización es: alta eficiencia en la aplicación, mejora la asimilación y la rapidez al actuar los fertilizantes en la zona de la raíz, reduce las pérdidas de lixiviación y evaporación, consiguiendo un incremento del rendimiento y mejorar la calidad de cosecha (Martínez, 2020).

Para Bordoli y Barbazán (2010), menciona que la fertilización **granulada** es cuando el fertilizante se lo aplica en dicha zona limitada del suelo. Esta fertilización en banda superficial en suelos con escasas de humedad, reduce la absorción de nutrientes (especialmente los inmóviles)

En sí, para realizar una fertilización liquida o granulada es aconsejable que el agricultor cuente con material técnico en el manejo del cultivo, también es recomendable realizar un plan de fertilización, partiendo de un análisis de suelo. La fertilización toma en cuenta la necesidad nutricional de variedad, el aporte de

nutrientes que la planta requiere de acuerdo con su estado fenológico del suelo, solubilidad de los fertilizantes y características de la zona de suelo y clima (SENASA, 2020).

Vinini, (2019), se refirió a los beneficios de esta alternativa de fertilización líquida, mencionando que “los fertilizantes líquidos son fuentes muy interesantes para fertilizar con NPK al cultivo de maíz.

### **2.5.1. Cantidad de fertilizante a aplicar**

Todo cultivo extrae una cantidad de nutrientes del suelo que tiene que reponerse o poner a disposición de las plantas, para asegurar una buena producción. Se estima que una población de plantas, para producir una tonelada de grano de maíz, extrae 20.4 kg de nitrógeno, 8.5 kg de fósforo y 22.3 kg de potasio. El contenido de nitrógeno es el nutriente más importante en el grano; mientras que el potasio es el nutriente más importante del rastrojo. Por lo tanto, una producción de 10 t/ha extraería 204 kg de N, 85 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y 223 kg de K<sub>2</sub>O (Maicelo, 2020).

## **2.6. ROL DE LOS NUTRIENTES**

### **2.6.1. Nitrógeno**

#### **a) El nitrógeno en la planta**

Se dirige a las raíces de la planta a través del proceso denominado “flujo masal”, siguiendo un gradiente hídrico. A mayor contenido de agua en el suelo, concentración del nutriente en la solución, tasa transpiratoria de la planta y temperatura del suelo y aire, mayor será la absorción de N por la planta. La planta puede absorber N tanto bajo la forma de nitrato (NO<sub>3</sub>) como de amonio (NH<sub>4</sub>). Estos llegan en primera instancia al espacio libre de la raíz y luego atraviesan las membranas entrando en las células vegetales (Imbacuán, 2015).



## **b) El nitrógeno en el suelo**

Es el más absorbido por las plantas en condiciones normales de cultivo. Por esta razón; es el nutrimento que se encuentra más deficiente para la mayoría de los cultivos en todas las partes del mundo; los cationes minerales como el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el potasio ( $\text{K}^+$ ), son adsorbidos a las cargas negativas de la superficie de la partícula orgánica e inorgánica del suelo, esta absorción de cationes es un factor importante para la fertilidad del suelo (Díaz, 2017).

### **2.6.2. Fósforo**

#### **a) El fósforo en la planta**

Es después del nitrógeno el segundo elemento más importante para el crecimiento de las plantas, la producción de los cultivos y su calidad; es uno de los nutrientes que más limita la producción agrícola en los trópicos. La planta absorbe mayor cantidad de P como ion ortofosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), seguido del ion ortofosfato secundario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) y otras formas que son absorbidas con menores cantidades (Gordon *et al.*, 2016).

#### **b) El fósforo en el suelo**

Para su buena utilización en el suelo agrícola y por las plantas, es importante el pH del suelo, pues determina la solubilidad y disponibilidad del fertilizante en suelos muy ácidos ( $\text{pH} < 6$ ); en un ambiente alcalino ( $\text{pH} > 8,2$ ) se tiende a forma fosfato tricálcico insoluble. En suelos alcalinos se debe usar fertilizantes fosfatados de alta solubilidad en agua (Díaz, 2017).

### **2.6.3. Potasio**

#### **a) El potasio en la planta**

Favorece la síntesis de hidratos de carbono en las hojas y moviliza estas sustancias a los órganos de reserva, además interviene en la asimilación de la clorofila por lo que desempeña un papel importante en la fotosíntesis. Además, desempeña un papel importante en la economía del agua en la planta. El potasio

en las plantas brinda resistencia en las sequias, ya que disminuye la transpiración por su efecto osmótico, regula la apertura y cierre de las estomas. Cuando se combinan con el fósforo brinda mayor rigidez a los tejidos y favorece el desarrollo de las raíces (Muedas, 2019).

### **b) El potasio en el suelo**

Las condiciones del suelo que afectan marcadamente las cantidades de potasio fijado son las siguientes: la naturaleza de los coloides del suelo, el humedecimiento y secado, el congelamiento y el derretimiento y la presencia de calcáreo en exceso. Los elevados niveles de calcio en la solución suelo pueden reducir la absorción de potasio por las plantas (Díaz, 2017).

## **2.7. EQUIPO DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES**

### **2.7.1 Doser evolution 20**

Este equipo está diseñado para la aplicación de compuestos líquidos, la misma que se puede regular su dosificación ha (25 - 50 - 75 - 100 cc) y cuenta con una capacidad de 20 litros. Por su utilidad es acta para tratamientos dirigidos a cultivos de frutas, hortalizas, tabaco, viveros, etc. (MATABI, 2020).

Ventajas que tiene el equipo de Doser Evolution 20

- Es de aplicación efectiva, rápida y homogénea ahorrando agua y producto
- Cuenta con cuatro regularizaciones de dosificación.
- Tiene la posibilidad de inyección en subsuelo
- Mantenimiento sencillo
- Convertible a pulverizador.
- Mayor eficiencia

Información técnica	<b>DOSER EVOLUTION 20</b>
MANGUERA	1,3 m (PVC)
BOQUILLA DE SERIE	Drench antigoteo, boquilla abanico y cónica
LANZA	0,65m (Tubo de INOX) / 0,2m
CAPACIDAD ÚTIL	20 L
CAPACIDAD TOTAL	21,5 L
PESO BRUTO	4,34 Kg
PESO NETO	3,60 Kg
SISTEMA INTEGRADO PARA SOLTAR CILINDRO SIN VACIADO	SI
AMPLIA BOCA DE LLENADO	SI
INDICADOR DE NIVEL TRANSLUCIDO	SI
ACCESORIOS DE SERIE	NO
LANZA Y ALARGADERA	Lanza/Palanca
CORREAS	Regulables y Acolchadas
RANGOS DOSIFICACIÓN	25 - 50 - 75 - 100 cc

**Figura 1.** Ficha técnica: Fuente MATABI 2020

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se desarrolló en el Sector El Florón correspondiente al cantón Portoviejo, provincia de Manabí; durante la temporada lluviosa y tuvo una duración de 20 semanas de ejecución a partir del mes de enero a junio 2021.

Se encuentra situado geográficamente en las siguientes coordenadas:

Latitud : 1° 20' 15" Sur  
Longitud : 80° 27' 35" Oeste  
Altitud : 46 msnm

### 3.1.1. DATOS CLIMÁTICOS

Precipitación media anual : 663,6 mm  
Temperatura media anual : 24°C  
Humedad relativa anual : 79%  
Heliofanía anual : 1170,4 horas sol  
Evaporación : 1314,8 mm

**Fuente:** Datos meteorológicos INAMHI Manabí – Portoviejo UTM 2017

## 3.2. FACTORES EN ESTUDIO

### Factor A (Genotipos)

- H-601
- H-603

### Factor B (Fertilización líquida)

- Fertilización líquida en drench superficial
- Fertilización líquida en drench
- Fertilización granulada en banda superficial

### Testigo

- Parcela con omisión de fertilización (para cálculo de eficiencia agronómica)

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 2 con ocho tratamientos, cuatro repeticiones y 32 unidades experimentales.

### 3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se conformó de parcelas de 24 m<sup>2</sup>, donde las plantas fueron establecidas a 0.80 m entre hileras y 0.20 m entre plantas con una densidad de 62500 plantas ha<sup>-1</sup>. Para mostrar la diferencia estadística entre los tratamientos, los datos fueron analizados mediante el Análisis de varianza (ADEVA).

**Tabla 1.** Esquema del Análisis de varianza

ADEVA	
Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	7
Genotipos	1
Fertilización líquida	1
Genotipo x Fertilización líquida	1
Fertilización granulada vs Fertilización líquida	1
Tratamiento control vs Tratamientos de fertilización	1
Bloques	3
Error	21
Total	31

### 3.5. VARIABLES RESPUESTA

#### 3.5.1. Morfo-agronómicas

- **Altura de planta (AP)**

Esta variable se midió desde la base hasta la hoja bandera, este valor se registró en centímetros (cm) para ello se usó un metro y se evaluó el dato después de la floración femenina.

- **Diámetro de tallo (DT)**

Se registró después de la floración femenina en la base del tallo, usando la herramienta pie de rey y se registró el dato en milímetros (mm).

- **Peso seco de raíces (PSR)**

Se tomó al momento de la madurez fisiológica cuando la planta alcanzado su máximo crecimiento, se evaluó el dato en medidas de gramos (g); para lo cual se separó las raíces de la planta y se colocó en estufa a 70°C hasta que alcanzo un peso constante.

- **Área foliar (m<sup>2</sup>)**

Se llevó a cabo después de la floración femenina en medida de metros cuadrados (m<sup>2</sup>) para lo cual se registró la longitud y ancho de cada hoja y se multiplicó por el factor 0.75, luego se sumó las áreas de cada hoja.

### **3.5.2. Componentes de rendimiento**

- **Longitud de mazorca sin brácteas (LM)**

Se realizó al momento de la cosecha, lo cual se tomó cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró la longitud en cm desde la base hasta el ápice de la mazorca.

- **Diámetro de mazorca sin bráctea (LM)**

Se desarrolló al momento de la cosecha, donde se evaluó a cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró el diámetro en el centro de la mazorca, la medida se llevó en centímetro (cm).

- **Peso de granos/mazorca (PGM)**

Se determinó al momento de la cosecha donde se utilizó cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró el peso de granos de cada mazorca en gramos (g).

- **Peso de 1000 granos (P1000G)**

Se realizó al momento de la cosecha, lo cual se tomó cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró el peso de 1000 granos en medida de gramos (g).

- **Rendimiento de grano (RG )**

Se determinó por el peso de los granos provenientes de la parcela útil, ajustada 13% de humedad y transformados a  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para uniformizar el peso se empleó la siguiente formula:

$$PU(13\%) = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

**Donde:**

PU = Peso uniformizado (kg)

Pa = Peso actual (kg)

Ha = Humedad actual (%)

Hd = Humedad deseada (13%)

Para expresar el rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$  se utilizó la formula siguiente:

$$Rend (\text{kg ha}^{-1}) = \frac{PU (10000 \text{ m}^2)}{\text{Área parcela útil (m}^2\text{)}}$$

### 3.5.3. Eficiencias agronómicas de la fertilización N

Las eficiencias agronómicas (EA) de N se calculó con la siguiente ecuación indicada por el IPNI (2012).

$$EA_N = \frac{\text{Rendimiento de granos con fertilización} - \text{Rendimiento de grano sin fertilización}}{\text{Dosis de N aplicado (180 kg ha}^{-1}\text{)}}$$

- **Análisis económico de beneficio neto**

El análisis económico se realizó a través de la estimación del beneficio neto de los tratamientos propuestos. Para esto se estimó los costos que varían por tratamiento (CqV), los que está en función del costo de la fertilización, aplicaciones, costo unitario de insumos (U\$\$  $\text{kg}^{-1}$  o  $\text{L}^{-1}$ ) y costo de la mano de obra (jornales). En el tratamiento Testigo, el costo que varío fue cero (CqV=0).

Con los datos de rendimiento de grano ( $\text{qq ha}^{-1}$ ) y precio unitario de venta (U\$\$  $\text{qq}^{-1}$ ) se calculó los ingresos brutos. Con base en la diferencia entre los rendimientos de cada tratamiento y el testigo se estimó el efecto de la aplicación de fertilización. Con los datos de costos e ingresos se calculó los beneficios netos (Duicela y Ponce, 2015).

## **3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.6.1. Tratamiento de semillas**

Las semillas fueron tratadas con la mezcla insecticida a base de Thiametoxan en dosis de  $3 \text{ cc kg}^{-1}$  de semillas + Thiodicar en dosis de  $15 \text{ cc kg}^{-1}$  de semilla, esto con la finalidad de proteger las plántulas durante la emergencia de insectos chupadores y cortadores.

### **3.6.2. Control de malezas en pre-emergencia**

Se aplicó la mezcla de los herbicidas Atrazina-80 + pendimetalin en dosis de  $1.5 + 3 \text{ litros ha}^{-1}$ , respectivamente. En caso de las malezas en el momento de la siembra, se incluyó a la mezcla anteriormente descrita  $1.5 \text{ litros}$  de glifosato.

### **3.6.3. Control de malezas en post-emergencia**

Para la presencia de hoja ancha o coquito, luego del tratamiento en preemergencia, se aplicó Bentazon + MCPA en dosis de  $1.5 \text{ litros ha}^{-1}$  de cada uno, a partir de la segunda o tercera hoja del cultivo hasta que el maíz obtuvo como máximo cinco hojas. Al tener mayor presencia de malezas gramíneas, se utilizó el herbicida nicosulfuron (ACCENT) en dosis de  $20 \text{ a } 30 \text{ g ha}^{-1}$ , adicionando  $200 \text{ a } 300 \text{ mL}$  de un surfactante.

### **3.6.4. Fertilización**

La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y demanda nutricional del cultivo. En este sentido, debido a información de base de datos del Ministerio de Agricultura, AGROCALIDAD e INIAP relacionados a análisis químico de suelos de la provincia de Manabí, se conoce que la mayoría de suelos en zonas



maiceras de Manabí, presentan bajos contenidos en N, medios a altos en P, K y Ca, bajos a medios en Mg y S, y bajos en Zn y B. Con este antecedente se describen en las tablas 2 y 3 los planes de fertilización líquida y granulada respectivamente.

**Tabla 2.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización líquida

Fuentes	Solubilidad (g/L)	Cantidad de fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
MAP Solar Fosfato Monoamónico	365	66	8	40			
Nitrato de K <sub>2</sub> O ACF	360	174	22		80		
Sulfato de Mg cristalino	800	188				30	24
Sulfato de Amonio fino	900	150	31				36
Urea	1080	258	119				
<b>Total, dosis de fertilización en kg ha<sup>-1</sup></b>			<b>180</b>	<b>40</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

**Tabla 3.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización granulada

Fuentes	Cantidad de fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
Fosfato di amónico granular	87	16	40			
Muriato de potasio granular	133			80		
Sulfato de Mg granular	120				30	24
Sulfato de amonio granular	150	32				36
Urea	287	132				
<b>Total, dosis de fertilización en kg ha<sup>-1</sup></b>		<b>180</b>	<b>40</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>60</b>

La urea fue aplicada en tres fracciones y proporciones, según lo recomendado por García y Espinoza (2009) para fuentes nitrogenadas, donde la primera se realizará en etapa fenológica VE (emergencia) colocando el 20% del fertilizante, los dos restantes fueron aplicadas en las etapas V6 (hoja 6) y V10 (hoja 10) con el 40% de la urea en cada aplicación. El fertilizante fosfatado fue aplicado en su totalidad a la emergencia del cultivo (VE). El resto de fertilizantes fueron aplicados en dos fracciones y proporciones, el 50% en la etapa VE y el resto en la etapa V6. En la fertilización líquida, los fertilizantes diluidos fueron colocados en drench superficial e inyectados al suelo según el respectivo tratamiento.

La fertilización líquida fue complementada con materia orgánica líquida (melaza), esto con la finalidad de activar microbiología del suelo e inducir tolerancia al estrés hídrico en caso se presente. La fertilización granulada se aplicó en banda superficial. En ambos tipos de fertilización, se realizó aplicaciones de un coctel foliar conformado de micronutrientes y Bioestimulante a base de algas marinas en las etapas V6, V10 y V18.

#### **3.6.5. Control fitosanitario**

Los controles se realizaron de acuerdo a los umbrales económicos establecidos y recomendaciones emitidas por el Departamento de Protección Vegetal de la EE – Portoviejo del INIAP.

### **3.7. ANÁLISIS DE DATOS**

Se realizó a través del análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias a través de la prueba de Tukey, con un alfa del 5% de probabilidades de error.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables morfo-agronómicas

El análisis de varianza reportó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) únicamente para el factor fertilización, lo cual indica que la fertilización es determinante para el crecimiento del cultivo. Por el contrario, el crecimiento del cultivo no fue influenciado significativamente ( $p > 0.05$ ) por los genotipos evaluados y la respectiva interacción entre el genotipo x fertilización (**Tabla 4**).

**Tabla 4.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada en el crecimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021.

Tratamientos		Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (mm)	Área foliar (m <sup>2</sup> )	Peso seco de raíces (g)
Factor genotipo					
	H-601	2.23	22.04	1.06	33.35
	H-603	2.24	21.79	1.08	33.84
Factor fertilización					
	Líquida en drench superficial	2.27 ab	22.04 ab	1.09 ab	35.20 a
	Líquida en drench inyectado	2.39 a	23.70 a	1.17 a	35.96 a
	Granulada en banda superficial	2.05 b	20.00 b	0.96 b	29.63 b
Interacción genotipo x fertilización					
H-601	Líquida en drench superficial	2.35	22.09	1.13	34.76
H-601	Líquida en drench inyectado	2.40	24.41	1.16	35.59
H-601	Granulada en banda superficial	1.85	19.63	0.90	29.71
H-603	Líquida en drench superficial	2.18	21.99	1.06	35.64
H-603	Líquida en drench inyectado	2.38	23.00	1.18	36.32
H-603	Granulada en banda superficial	2.16	20.38	1.01	29.56
	C.V. %	8.52	7.38	10.29	6.38
	p-valor ANOVA				
	Genotipo	0.9160	0.7085	0.6635	0.5881
	Fertilización	0.0088	0.0014	0.0051	0.0001
	Genotipo x fertilización	0.1663	0.4247	0.2932	0.8747

La fertilización líquida inyectada mostró el mayor incremento en altura de planta con un 5 y 14% con relación a los tratamientos de fertilización líquida en drench superficial y la granulada en banda, respectivamente. Así mismo, la fertilización líquida inyectada incrementó en un 7 y 16% el diámetro del tallo, en relación a los tratamientos de fertilización en drench y el de banda superficial. Del mismo modo,

la mayor área foliar fue alcanzada por la fertilización líquida inyectada, con un incremento del 7 y 18% en comparación a la fertilización en drench y banda superficial. Finalmente, el peso seco de raíces fue mayormente influenciado por la fertilización líquida inyectada, con un incremento del 2 y 18% con respecto a la fertilización en drench y la de banda superficial (**Tabla 4**).

Estos resultados se asemejan a los hallados por (Díaz, 2017b) quien reportó mayor crecimiento en altura de planta, diámetro de tallo y área foliar en maíz fertilizado con fuentes líquidas. Estos resultados también son cercanos a los obtenidos por Bryla y Machado (2011), quienes reportaron mayor crecimiento de plantas maíz que recibieron fertilización líquida, en relación a las fertilizadas de forma convencional.

## 4.2. Variables componentes de rendimiento

El análisis de varianza reportó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor fertilización y el factor genotipo, lo cual indica una respuesta variable del crecimiento del maíz en función de los métodos de fertilización y genotipos evaluados. En contraste, los componentes de rendimiento del cultivo no fueron influenciados significativamente ( $p > 0.05$ ) por la interacción genotipo x fertilización (**Tabla 5**).

**Tabla 5.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre los componentes de rendimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021.

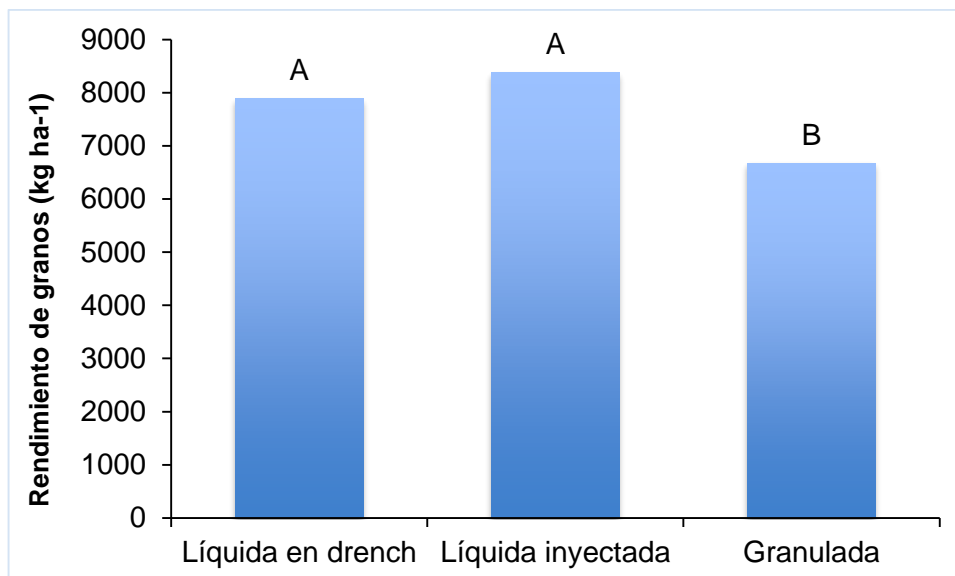
Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (mm)	Peso de granos por mazorca (g)	Peso de 1000 granos (g)	
Factor genotipo					
H-601	15.56 b	4.57 b	139.34 b	337.74 b	
H-603	16.72 a	4.90 a	163.22 a	358.71 a	
Factor fertilización					
Líquida en drench superficial	16.34 a	4.84 a	154.36 a	352.74 a	
Líquida en drench inyectado	16.86 a	4.79 a	158.63 a	356.04 a	
Granulada en banda superficial	15.21 b	4.59 b	140.85 b	335.90 b	
Interacción genotipo x fertilización					
H-601	Líquida en drench superficial	15.75	4.70	140.17	365.23
H-601	Líquida en drench inyectado	16.24	4.63	146.93	365.94
H-601	Granulada en banda superficial	14.69	4.39	130.92	344.97
H-603	Líquida en drench superficial	16.94	4.98	168.55	340.26
H-603	Líquida en drench inyectado	17.49	4.95	170.33	346.15
H-603	Granulada en banda superficial	15.73	4.78	150.78	326.82
C.V. %		2.77	3.27	9.41	2.58

p-valor ANOVA				
Genotipo	< 0.0001	0.0001	0.0009	< 0.0001
Fertilización	< 0.0001	0.0126	0.0500	0.0009
Genotipo x fertilización	0.8903	0.7977	0.8363	0.7354

El genotipo de maíz H-603 mostró mayor longitud, diámetro y peso de mazorcas y granos, con un incremento del 6.94, 6.73, 14.63 y 5.85 %, respectivamente, con relación al genotipo H-601. La fertilización líquida en drench superficial e inyectada, alcanzaron promedios de longitud, diámetro, peso de mazorcas y granos estadísticamente iguales, pero fueron diferentes a la fertilización granulada en banda superficial, con un incremento del 8.37, 4.77, 10.00 y 5.22, respectivamente (**Tabla 5**).

El rendimiento de grano fue influenciado significativamente ( $p < 0.05$ ) por las técnicas de fertilización, mientras que el genotipo y la interacción genotipo x fertilización no influyeron el rendimiento de grano del maíz, bajo las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolló el experimento.

La **figura 2**, muestra que tanto la fertilización líquida en drench superficial e inyectada, alcanzaron rendimientos estadísticamente similares, pero significativamente diferentes al tratamiento de fertilización granulada en banda superficial. En promedio la fertilización líquida independientemente si es colocada en drench superficial o inyectada, incrementó el rendimiento de grano en un 17.95 %, lo que equivale a unos 1460.91 kg.

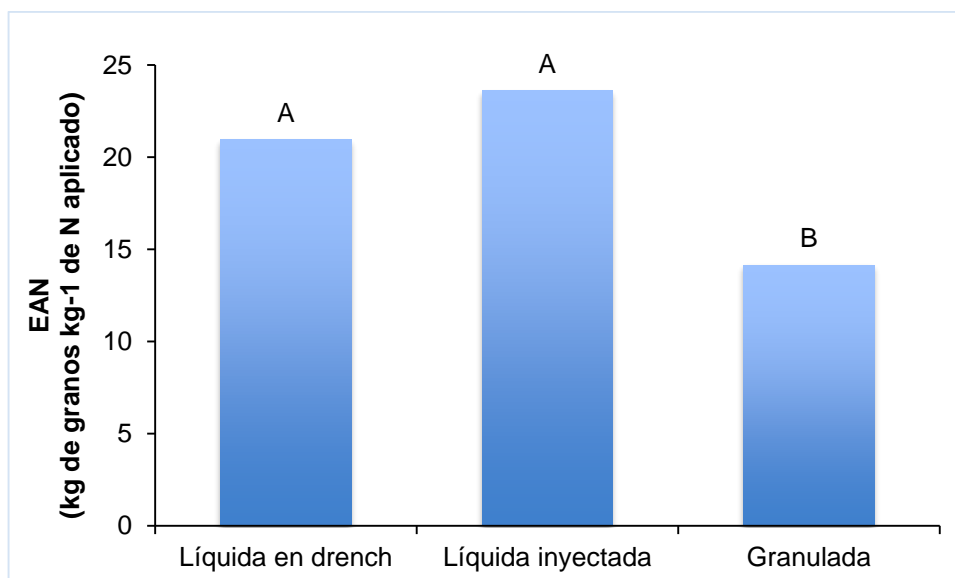


**Figura 2.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021

Estos resultados se asemejan a los reportados por Bogusz *et al.*, (2021), quienes concluyeron que la fertilización líquida mostró mayor efectividad para potenciar los componentes de rendimiento del cultivo en sistema de secano, en comparación a la fertilización granulada convencional. Resultados similares también fueron reportados por Arifin (2019), quien demostró que el fertilizante NPK líquido obtuvo mayor efecto sobre el rendimiento de grano, en comparación a la fertilización granulada.

### 4.3. Eficiencia agronómica sobre el nitrógeno

La EAN fue influenciada significativamente ( $p < 0.05$ ) por las técnicas de fertilización, mientras que el genotipo y la interacción genotipo x fertilización no influyeron la EAN, bajo las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolló el experimento. La **figura 3**, evidencia que tanto la fertilización líquida en drench superficial e inyectada, alcanzaron EAN estadísticamente similares, pero significativamente diferentes al tratamiento de fertilización granulada en banda superficial. En promedio la fertilización líquida independientemente si es colocada en drench superficial o inyectada, incrementó la EAN en un 36.45 %, lo que equivale a un incremento de productividad de 8.12 kg de grano por kg de N aplicado.



**Figura 3.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre la eficiencia agronómica de nitrógeno en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Portoviejo, Manabí, Ecuador, 2021.

Posiblemente la fertilización líquida mostró mejor crecimiento, rendimiento y eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada, debido a que esta técnica de fertilización aporta nutrientes de una forma más asimilable para el sistema radical, en relación a la fertilización granulada, donde los granos deben humedecerse para solubilizarse totalmente, lo cual depende de un adecuado nivel de humedad, de lo contrario la degradación de los fertilizantes granulados será más tardía, lo cual disminuye su eficiencia. En este sentido, bajo condiciones de agricultura de secano, donde la humedad superficial del suelo puede verse limitada por frecuencias de lluvias distantes, la fertilización líquida puede tener mayor ventaja. En este contexto, varios autores han señalado que las ventajas de la fertilización líquida, en relación a la fertilización convencional granulada (Fahrurrozi *et al.*, 2019; Tyler *et al.*, 2019).

En la **Tabla 6**, se muestra detalladamente los resultados del análisis del beneficio económico neto de la fertilización líquida Inyectada, fertilización líquida en drench y fertilización granulada en banda. La fertilización líquida inyectada alcanzó el mayor beneficio económico total del maíz y neto de la fertilización, con un incremento del 34,27 y 42,05%, respectivamente, con la relación al tratamiento de fertilización granulada en banda.

**Tabla 6.** Beneficio económico neto de la fertilización complementaria con F. líquida Inyectada, F. líquida en drench y F. granulada en maíz amarillo duro.

Tratamientos	CT	CqnV	CqV	ICqV	Ren	IRen	PUV	ling	IT	BET	BEN
F.L. inyectada	1697	700	997	771	184	108	14,6	1577	2686	<b>989</b>	<b>806</b>
F.L. en drench	1681	700	981	755	174	98	14,6	1431	2540	<b>859</b>	<b>676</b>
F. Granulada	1496	700	796	570	147	71	14,6	1037	2146	650	467
Testigo	926	700	226	0	76	0	14,6	0	1110	184	0

**CT:** Costos totales (USD ha<sup>-1</sup>), **CqnV:** Costos que no varían por la fertilización – USD ha<sup>-1</sup> (Semilla, preparación de terreno, siembra, control fitosanitario), **CqV:** Costos que varían por la fertilización – USD ha<sup>-1</sup> (Fertilizantes, aplicaciones y labor de cosecha), **ICqV:** Incremento de costos que varían por la fertilización – USD ha<sup>-1</sup> ( $ICqV = CqV_{tratamientos} - CqV_{control}$ ), **Ren:** Rendimiento (qq ha<sup>-1</sup>), **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al control ( $IRen = Ren_{tratamientos} - Ren_{control}$ ), **PUV:** Precio unitario de venta (USD qq<sup>-1</sup>), **ling:** Incremento de ingresos con fertilización con relación al control – USD ha<sup>-1</sup> ( $ling = IRen * PUV$ ), **IT:** Ingresos totales USD ha<sup>-1</sup> ( $IT = Ren * PUV$ ), **BET:** Beneficio económico total – USD ha<sup>-1</sup> ( $BET = IT - CT$ ), **BEN:** Beneficio económico neto de la fertilización – USD ha<sup>-1</sup> ( $BEN = ling - ICqV$ ).

Los resultados de beneficio económico neto obtenidos con la fertilización líquida se asemejan a los reportados Tyler *et al* (2019), quienes concluyeron que los mayores beneficios económicos del maíz se obtuvieron con la fertilización líquida en comparación a los tratamientos que fueron con fertilización granular.



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- El genotipo INIAP H-603 mostró mayor incremento de los componentes de rendimiento, independientemente de los tratamientos de fertilización evaluados.
- La fertilización líquida logro la mayor eficiencia agronómica del nitrógeno, independientemente del genotipo evaluado.
- Bajo condiciones de secano, la fertilización líquida independientemente si es aplicada en drench o inyectada, fue más efectiva para incrementar el rendimiento de maíz amarillo duro, en comparación a fertilización granulada.
- La fertilización líquida a pesar de representar mayor costo de inversión, alcanzó mayor beneficio económico neto bajo condiciones de secano.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

Bajo sistemas de siembra de maíz en secano de zonas maiceras de Portoviejo, es conveniente realizar la fertilización de forma líquida, más aún cuando las frecuencias de lluvias son alejadas, y el suelo tiende a sufrir estrés hídrico superficial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, D. y López, J. (2018). Efectividad de fertilizantes arrancadores fosfatados sobre la productividad del maíz amarillo duro en el valle del Río Carrizal. [ Tesis de grado, Universidad Politécnica ESPAM MFL]. Calceta-Ecuador. Repositorio institucionnal <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/782>
- Arifin, Z. (2019). The Effect of Liquid NPK Fertilizing on Corn Plants. *AIP Conference Proceedings*, ID del artículo, 030013 2120(1), <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5115617>
- Bardoli, J y Barbazán, M. (2010). Aplicación de fertilizantes. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica de Uruguay. <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/Aplicaci1.pdf>
- Bogusz , P., Rusek, P., y Brodowska, M. (2021). Suspension Fertilizers: How to Reconcile Sustainable Fertilization and Environmental Protection. *Agriculture* 11(10), 1-14. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/agriculture-11-01008.pdf
- Bryla, D y Machado, R. (2011). Comparative Effects of Nitrogen Fertigation and Granular Fertilizer Application on Growth and Availability of Soil Nitrogen during Establishment of Highbush Blueberry. *Ciencia de la planta frontal*. 2011; 2:46. Repositorio digital <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3355603/>
- Cabot, C., Martos, S., Llugany, M., Gallego, B., Tolrá, R. y Poschenrieder, C. (2019). A Role for Zinc in Plant Defense Against Pathogens and Herbivores. *Front. Plant Sci.* 10(11)7-11. Repositorio digital <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01171/full>
- Díaz, H. (2017). Influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*). [Tesis de grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. VÉGUETA - HUAURA. Repositorio digital. [Diaz\\_Hermes\\_tesis\\_bachiller\\_2017.pdf](#)
- Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G. y Dudic, B. (2020). The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. *Agriculture* 10(347): 1 – 13. Repositorio digital <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/8/347/htm>

- Duicela, L. y Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) En la provincia de Manabí. *La Técnica* 15: 6–17. Repositorio digital <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/531/404>
- Fahrurrozi, F., Mukhtar, Z., Setyowati, N., Sudjarmiko, S. y Chozin, M. (2019). Efectos comparativos de las aplicaciones al suelo y foliares de fertilizante orgánico líquido enriquecido con tithonia sobre los rendimientos de maíz dulce en un sistema de producción agrícola cerrado. *AGRIVITA*, 41(2). <https://agrivita.ub.ac.id/index.php/agrivita/article/view/1256>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). Dirección de estadística *FAOSTAT*. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO. (2020) Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets: *Food Outlook*, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>
- García, J. y Espinoza, J. (2009). Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *Informaciones Agronómicas*. 72: 1 – 5. [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/F6C2CDE6735C18CF852579A0006B1E93/\\$FILE/Efecto%20del%20Fraccionamiento%20de%20Nitr%C3%B3geno%20en%20la%20Productividad%20.....pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/F6C2CDE6735C18CF852579A0006B1E93/$FILE/Efecto%20del%20Fraccionamiento%20de%20Nitr%C3%B3geno%20en%20la%20Productividad%20.....pdf)
- Gordon, R., Franco, J. y Villareal, J. (2016). Manejo de la fertilización fosforada en el cultivo de maíz, el ejido, Panamá 2004-2013. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 95-108. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/21889>
- Gupta, N., Debnath, S., Sharma, S., Sharma, P. y Purohit, J. (2017). Rol de los nutrientes en el control de las enfermedades de las plantas en la agricultura sostenible. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, DOI10.1007/978-981-10-5343-6\_8. Repositorio digital [https://www.academia.edu/35615377/Role\\_of\\_Nutrients\\_in\\_Controlling\\_the\\_Plant\\_Diseases\\_in\\_Sustainable\\_Agriculture](https://www.academia.edu/35615377/Role_of_Nutrients_in_Controlling_the_Plant_Diseases_in_Sustainable_Agriculture)

- Grimmer, M., Foulkes, M. y Paveley, N. (2012). Patogenia foliar y relaciones hídricas de las plantas: una revisión. *Journal of Experimental Botany* 63(12), 4321-4331. <https://academic.oup.com/jxb/article/63/12/4321/643099>
- IPNI, (2012). 4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition, Metric Version. (T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, Eds.). *International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA*. <http://seap.ipni.net/article/SEAP-3161>
- INIAP, (2004). Híbrido de maíz para condiciones de ladera del trópico seco ecuatoriano. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1145/1/INIAP-H-601.pdf>
- INIAP, (2016). Híbrido simple INIAP H-603. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4847/6/INIAPEEPPDINIAP-428.pdf>
- Imbacuán, J. (2015). Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilización química en el comportamiento agronómico de dos variedades de maíz duro. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Carchi - Ecuador. Repositorio institucional <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1058/T-UTB-FACIAG-AGR-000210.pdf?sequence=1>
- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J. y Wittmer, C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador. *Avances de Investigación*. <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2014/08/AI66.pdf>
- Magero, E., Chemin'wa, G. y Kilalo, D. (2018). Efecto de los macros y micro nutrientes sobre la gravedad de la enfermedad de necrosis letal del maíz y el rendimiento del grano de maíz. *Internacional de Investigación Científica y Tecnológica Innovadora* 5(9), 1-11. [https://www.researchgate.net/publication/332061317\\_EFFECT\\_OF\\_MACRO\\_AND\\_MICRO\\_NUTRIENTS\\_ON\\_SEVERITY\\_OF\\_MAIZE\\_LETHAL\\_NECROSIS\\_DISEASE\\_AND\\_MAIZE\\_GRAIN\\_YIELD](https://www.researchgate.net/publication/332061317_EFFECT_OF_MACRO_AND_MICRO_NUTRIENTS_ON_SEVERITY_OF_MAIZE_LETHAL_NECROSIS_DISEASE_AND_MAIZE_GRAIN_YIELD)
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2018). Boletín Situacional maíz duro seco. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. <https://fliphtml5.com/ijja/hcvn/basic>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2019). Caracterización general del maíz. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz/caracterizacion>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2020). Boletín de Precipitación y Temperatura. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. <https://fliphtml5.com/ijia/znga/basic>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2021b). Boletín de Agroquímicos y Fertilizantes. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito. <https://fliphtml5.com/ijia/ksrr/basic>
- Martinez, C. (2020). Fertilizantes para fertirriego. Webinar 13 COMEII. <https://www.riego.mx/files/webinars/webinar13.pdf>
- MATABI. (2020). Doser Evolution 20. <https://www.matabi.com/media/catalogdownload/matabi/es/80248.pdf>
- Maicelo, J. (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1643/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro.pdf>
- Morris, T., Murrell, T., Beegle, D., Camberato, J., Ferguson, R., Grove, J., Ketterings, Q., Kyveryga, P., Laboski, C., McGrath, J., Meisinger, J., Melkonian, J., Moebius-Clune, B., Nafziger, E., Osmond, S., Sawyer, J., Scharf, P., Smith, W., Spargo, T., van Es, H. y Yang, H. (2018). Fortalezas y limitaciones de las recomendaciones de la tasa de nitrógeno para el maíz y oportunidades de mejora. *Revista de Agronomía* 110(1): 1 – 37. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2017.02.0112>
- Molina, R. (2010). *Evaluación de seis Híbridos de Maíz Amarillo Duro*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Cuenca- Ecuador. Repositorio institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4746/1/UPS-CT001978.pdf>
- Muedas, M. (2019). Dosis de nitrógeno y potasio en la producción de *Zea mays* L. híbrido DK 7088 Pangoa. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5299/Muedas%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Navarro, G. y Navarro, S. (2014). Fertilizantes: química y acción. Editorial *MundiPrensa*. Madrid, España.  
<https://books.google.com.ec/books?id=3McUBQAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Nole, P. (2012). Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. Loja-Ecuador. Repositorio institucional  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5198>
- Pérez, R., Cabrera, E. y Hinostroza, M. (2018). The Irrigation Regime for Crops in Manabí, Ecuador: Climatological Study. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 27(1): 5 – 12. Repositorio digital  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v27n1/rcta01118.pdf>
- Research and Markets, (2020). Global Corn Market (Production, Consumption, Exports, Imports & Yield): Insights, Trends and Forecast (2019-2023). *Research and markets*. ID del artículo 4901437(2020) 147. Repositorio digital.  
<https://www.researchandmarkets.com/r/94ldlu>
- SENASA. (2020). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de maíz amarillo duro.  
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-MAIZ-AMARILLO-DURO.pdf>
- Shiferaw, D. (2017). Water-Nutrients Interaction: Exploring the Effects of Water as a Central Role for Availability & Use Efficiency of Nutrients by Shallow Rooted Vegetable Crops - A Review. *Journal of Agriculture and Crops* 3(10): 78-93. Repositorio digital [https://arpgweb.com/pdf-files/jac3\(10\)78-93.pdf](https://arpgweb.com/pdf-files/jac3(10)78-93.pdf)
- Steusloff, T., Singh, G., Nelson, K. y Motavalli, P. (2019). Enhanced Efficiency Liquid Nitrogen Fertilizer Management for Corn Production. *International Journal of Agronomy* ID 9879273: 1 – 12. Repositorio digital  
<https://www.hindawi.com/journals/ija/2019/9879273/>
- Subhani, A., Tariq, M., Jafar, S., Latif, R., Khan, M., Sajid, M. y Shahid, M. (2012). Role of Soil Moisture in Fertilizer Use Efficiency for Rainfed. A review. *Journal of*

*Biology, Agriculture and Healthcare* 2(11): 1 – 9. Repositorio digital  
<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/3656>

- Thielen, D., Cevallos, J., Erazo, T., Zurita, I., Figueroa, J., Velásquez, E., Matute, N., Quintero, J. y Puche, M. (2016). Dinámica espacio-temporal de las precipitaciones durante el evento de El Niño 97/98 en la cuenca de Río Portoviejo, Manabí, costa ecuatoriana del Pacífico. *Revista de Climatología* 16(2016) 35 – 50. Repositorio digital  
[https://www.researchgate.net/publication/294259432\\_Dinamica\\_espacio-temporal\\_de\\_las\\_precipitaciones\\_durante\\_el\\_evento\\_de\\_El\\_Nino\\_97\\_98\\_en\\_la\\_cuenca\\_de\\_Rio\\_Portoviejo\\_Manabi\\_costa\\_ecuatoriana\\_del\\_Pacifico](https://www.researchgate.net/publication/294259432_Dinamica_espacio-temporal_de_las_precipitaciones_durante_el_evento_de_El_Nino_97_98_en_la_cuenca_de_Rio_Portoviejo_Manabi_costa_ecuatoriana_del_Pacifico)
- Tyler, W., Singh, G., Kelly, A., y Motavalli, P. (2019). Gestión de fertilizantes de nitrógeno líquido de eficiencia mejorada para la producción de maíz. *Revista Internacional de Agronomía*. Vol. 2019 , ID de artículo 9879273 , pag 12.  
<https://www.hindawi.com/journals/ija/2019/9879273/>
- University of Illinois. (2018). The Seven Wonders of the Corn Yield World. *Crop Physiology*.  
[http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven\\_wonders.html](http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven_wonders.html)
- Van Munster, M., Yvon, M., Vile, D., Dader, B., Fereres, A. y Blanc, D. (2017). Water deficit enhances the transmission of plant viruses by insect vectors. *PLoS ONE* 12(5): e0174398. Repositorio digital <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28467423/>
- Van Munster, M. (2020). Impact of Abiotic Stresses on Plant Virus Transmission by Aphids. *A review. Viruses* 12(16): 1 – 12. Repositorio digital.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7077179/>
- Walsh, O. y Christiaens, R. (2016). Relative Efficacy of Liquid Nitrogen Fertilizers in Dryland Spring Wheat. *International Journal of Agronomy*. vol. 2016, artículo ID 6850672, 7-9 Repositorio digital.  
<https://www.hindawi.com/journals/ija/2016/6850672/>
- Vinini, L. (2019). Fertilizantes líquidos: recaudos a tener en cuenta para evitar daño foliar. *El ABC Rural*. <https://elabcrural.com/fertilizantes-liquidos-recaudos-a-tener-en-cuenta-para-evitar-dano-foliar/>

## **ANEXOS**



## ANEXO 1. LABORES DE ADECUACIÓN DEL EXPERIMENTO

### 1-A Identificación del experimento, tratamientos y unidades experimentales



### 1-B Siembra de maíz



## ANEXO 2. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 2-A Fertilizantes sólidos utilizados en el experimento



## 2-B Fertilizantes líquidos y bioestimulantes utilizados en el experimento



## 2-C Mezcla y calibración de fertilizantes



## 2-D Aplicación de fertilizantes líquidos vs testigos



F. líquida inyectada

F. líquida en drench

F. granulada

### ANEXO 3. TOMA DE VARIABLES MORFOAGRONOMICAS

#### 3-A Registro de altura de tallo; inserción de la mazorca



#### 3-B Registro del diámetro de tallo; área foliar



#### 3-C Registro de peso seco de la planta y raíz



## ANEXO 4. TOMA DE VARIABLES COMPONENTES DE RENDIMIENTO

### 4-A Registro de longitud de mazorca s/b y número de hileras



### 4-B Registro de granos/mazorcas; peso de 1000 granos

