



**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 INGENIERA AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA  
FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO  
CONDICIONES DE SECANO EN EL SITIO EL LIMÓN DEL CANTÓN  
BOLÍVAR**

**AUTORAS:**

**DOMINGUEZ MORALES MILDRED GISSELA  
MOREIRA VERA MARÍA BEATRIZ**

**TUTOR:**

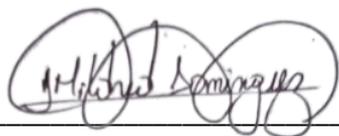
**ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN MG. SC.**

**CALCETA, NOVIEMBRE DE 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

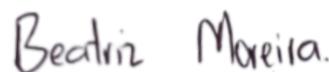
**MARÍA BEATRIZ MOREIRA VERA**, con cédula de identidad **131470298-4** y **MILDRED GISSELA DOMINGUEZ MORALES**, con cédula de identidad **092869478-5** declaramos bajo juramento que el trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO CONDICIONES DE SECANO EN EL SITIO EL LIMÓN DEL CANTÓN BOLÍVAR** 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 académico, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

Mildred Gissela Dominguez Morales  
**CC:** 092869478-5

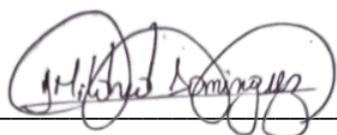


---

María Beatriz Moreira Vera  
**CC:** 131470298-4

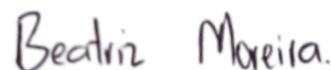
## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**MARÍA BEATRIZ MOREIRA VERA**, con cédula de identidad 131470298-4 y **MILDRED GISSELA DOMINGUEZ MORALES**, con cédula de identidad 092869478-5, 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: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO CONDICIONES DE SECANO EN EL SITIO EL LIMÓN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

Mildred Gissela Dominguez Morales  
**CC:** 092869478-5



---

María Beatriz Moreira Vera  
**CC:** 131470298-4

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. **ÁNGEL CEDEÑO SACÓN, Mg. Sc**, certifica haber tutelado el trabajo de integración curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO CONDICIONES DE SECANO EN EL SITIO EL LIMÓN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por **MARÍA BEATRIZ MOREIRA VERA y MILDRED GISSELA DOMINGUEZ MORALES**, previo la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:

**ANGEL FROWEN  
CEDENO SACON**

---

Ing. Ángel Cedeño Sacón, Mg. Sc

**CC: 131035312-1**

**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN MAÍZ AMARILLO DURO BAJO CONDICIONES DE SECANO EN EL SITIO EL LIMÓN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por **MARÍA BEATRIZ MOREIRA VERA y MILDRED GISSELA DOMINGUEZ MORALES**, previa la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:  
**GALO ALEXANDER  
CEDENO GARCIA**

---

Ing. Galo Cedeño García

**CC: 1311956831**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**SERGIO MIGUEL  
VELEZ ZAMBRANO**

---

Ing. Sergio Vélez Zambrano

**CC: 1310476773**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTIAN SERGIO  
VALDIVIESO  
LOPEZ**

---

Ing. Cristian Valdivieso López

**CC: 1717929283**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos 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; al Ing. Galo Cedeño García, Mg. Sc y al Ing. Ángel Cedeño Sacón, Mg. Sc por habernos guiado de manera muy correcta en nuestra tesis. Al Ing. Sergio Vélez Zambrano, Mg. Sc, Ing. Geoconda López Álava, e Ing. Veris Saldarriaga Lucas por ser de apoyo incondicional en todo el proceso y desarrollo de la tesis. Al Ing. Federico Diaz Trelles, Mg. Sc y la Ing. Saskia Guillen Mendoza, Mg. Sc por haber sido guías claves durante el proceso del proyecto de integración curricular titulación.

A Dios por bendecirnos cada día de nuestras vidas.

A nuestros familiares por todo el apoyo brindado en todo este proceso y por ser pilar fundamental en nuestras vidas, día a día.

A nuestros docentes por forjarnos como futuros profesionales y por brindarnos las herramientas necesarias y adecuadas para nuestro crecimiento.

Y finalmente a nuestro amigo Francisco por su ayuda desinteresada en todo momento.

**María Beatriz Moreira Vera y Mildred Gissela Dominguez Morales**

***Autoras***

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser nuestra fortaleza y guía, por todas sus bendiciones y por darnos fuerzas; a nuestros padres por todo sus esfuerzos y paciencia que nos han permitido llegar tan lejos, por guiarnos e inculcarnos, por ser nuestra inspiración y al Ing. Federico Díaz Trelles (+) por habernos brindado su tiempo y conocimientos.

**María Beatriz Moreira Vera y Mildred Gissela Dominguez Morales**

***Autoras***

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
CONTENIDO DE TABLAS.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL MAÍZ .....	17
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	17
2.3. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ .....	17
2.3.1. HOJAS.....	18
2.3.2. INFLORESCENCIA MASCULINA Y FEMENINA.....	18
2.3.3. TALLO .....	18
2.3.4. RAÍCES ADVENTICIAS.....	18
2.3.5. RAÍZ .....	18
2.3.6. GRANO.....	19
2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS .....	19
2.5. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ.....	19
2.6. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MAÍZ .....	20
2.8. MOMENTO DE APLICACIÓN DEL NUTRIENTE EN MAÍZ.....	20
2.9. ASPECTOS POR TOMAR.....	21

2.7. FERTILIZACIÓN DEL MAÍZ.....	21
2.10. FERTILIZACIÓN LÍQUIDA.....	21
2.11. ORIGEN.....	22
2.12. TIPOS DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS SEGÚN SU PRESENTACIÓN .....	23
2.12.1. SUSPENSIONES O MEZCLAS.....	23
2.12.2. SOLUCIONES .....	23
2.13. PROPIEDADES DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS.....	23
2.13.1. VISCOSIDAD.....	23
2.13.2. DENSIDAD .....	23
2.14. FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN DRENCH.....	24
2.14.1. SUPERFICIAL .....	24
2.14.2. INYECTADA .....	24
2.15. VENTAJAS .....	25
2.16. VENTAJA ECONÓMICA.....	26
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1. UBICACIÓN .....	27
3.2. DURACIÓN.....	27
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	27
3.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	27
3.4.1. FACTOR A (GENOTIPOS).....	27
3.4.2. FACTOR B (FERTILIZACIÓN LÍQUIDA) .....	28
3.4.3. TESTIGOS.....	28
3.5. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	28
3.6. ESQUEMA DEL ADEVA.....	28
3.7. VARIABLES RESPUESTA .....	28
3.7.1. MORFO-AGRONÓMICAS.....	28
3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	29
3.7.3. EFICIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENO	30
3.7.7. ANÁLISIS ECONÓMICO DE BENEFICIO NETO .....	30
3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....	30
3.9.1. TRATAMIENTO DE SEMILLAS.....	30
3.9.2. CONTROL DE MALEZAS EN PRE-EMERGENCIA .....	30
3.9.3. CONTROL DE MALEZAS EN POSTEMERGENCIA .....	31
3.9.4. FERTILIZACIÓN.....	31
3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO .....	32

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1. VARIABLES MORFO-AGRONÓMICAS .....	33
4.2. VARIABLES COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....	34
4.3. EFICIENCIA AGRONÓMICA SOBRE EL NITRÓGENO.....	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	39
5.1. CONCLUSIONES .....	39
5.1. RECOMENDACIÓN.....	39
BIBLIOGRAFÍA .....	40
ANEXOS .....	54

## CONTENIDO DE FIGURAS

- Figura 1.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021. 41
- Figura 2.** 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. 43

## CONTENIDO DE TABLAS

- Tabla 1.** Esquema de ADEVA 28
- Tabla 2.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización líquida 36
- Tabla 3.** Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización granulada 36
- Tabla 4.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada en el crecimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021. 38
- Tabla 5.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre los componentes de rendimiento de maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021. 40
- Tabla 6.** Beneficio económico neto de la fertilización complementaria con F. líquida Inyectada, F. líquida en drench y F. granulada en maíz amarillo duro. 43

## RESUMEN

El maíz en Ecuador, representa un rubro agrícola de suma importancia en lo que corresponde a términos económicos, sociales y alimentario. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Este experimento fue desarrollado en la zona maicera del Limón ubicado en el cantón Bolívar. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 2x2+2 testigos, con cuatro repeticiones. Los tratamientos surgieron de la combinación de dos genotipos (INIAP H – 601 e INIAP H – 603) y tres técnicas de fertilización (fertilización líquida en drench, líquida inyectada y granulada). Las variables en estudio fueron rendimiento de grano (RG), eficiencia agronómica de N (EAN) y beneficio económico neto (BEN). Las variables El RG y EAN fueron influenciados significativamente ( $p < 0.05$ ) por las técnicas de fertilización, independiente de los genotipos que fueron evaluados. El promedio más alto en RG se obtuvo con la fertilización líquida inyectada y en drench superficial con 7136.49 y 6793.04 kg ha<sup>-1</sup>, correspondientemente. Del mismo la fertilización líquida en drench e inyectada registro el promedio más alto en EAN, con 24.85 y 22.97 kg de grano kg<sup>-1</sup> de N aplicado, correspondientemente. Así mismo, los mejores BEN se lograron en la fertilización líquida inyectada y en drench con 581 y 544 ha<sup>-1</sup>, correspondientemente. Por ende, aplicar fertilizante de forma líquida bajo sistema de siembras de maíz secano de zonas maiceras de Calceta para mejorar el rendimiento y calidad del cultivo.

**Palabra claves:** efectividad, eficiencia y rendimiento.

## ABSTRACT

Corn in Ecuador represents an agricultural item of great importance in what corresponds to economic, social and food terms. The objective of this research was to evaluate the agronomic and economic effectiveness of liquid fertilization in hard yellow corn under rainfed conditions. This experiment was developed in the maize zone of Bolivar canton. A randomized complete block design was used with a factorial arrangement of 2x2+2 controls, with four repetitions. The treatments arose from combining two genotypes (INIAP H – 601 and INIAP H – 603) and three fertilization techniques (liquid fertilization in drench, liquid injected and granulated). The registered variables were grain yield (RG), agronomic efficiency of N (EAN) and net economic benefit (BEN). The variables RG and EAN were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the fertilization techniques, regardless of the genotypes that were evaluated. The highest average in RG was obtained with the injected liquid fertilization and in the superficial right with 7136.49 and 6793.04 kg ha<sup>-1</sup>, correspondingly. Of the same, the liquid fertilization in drench and injected registered the highest average in EAN, with 24.85 and 22.97 kg of grain kg<sup>-1</sup> of N applied, correspondingly. In addition, the best BEN were achieved in the injected liquid fertilization and in the drench with 581 and 544 ha<sup>-1</sup>, correspondingly. Therefore, it is concluded that apply liquid fertilizer under a rainfed maize planting system in Calceta maize zones to improve the yield and quality of the crop.

**Keywords:** effectiveness, efficiency and performance

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día se considera que la producción del maíz a nivel mundial logrará los 1177.30 millones de toneladas métricas en el año 2023, ascendiendo a una tasa compuesta por año de 2.14% en la fase que abarca de 2019 a 2023. Se confía que los factores como el crecimiento de los habitantes, la rapidez de la economía, y el aumento de la demanda de alimentación, el manejo industrial y el uso de aumento del almidón de esta gramínea estimula el mercado. En cambio, el desarrollo de la industria se verá desafiado por periodos largos de productividad y dificultades relacionados que son como el clima plagas y enfermedades (Research and Markets, 2020; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2020).

El maíz en Ecuador, representa un rubro agrícola de suma importancia en lo que corresponde a términos económicos, sociales y alimentario. Este cultivo tiene problemas de bajo rendimiento, el cual promedia entre los 5.93 t ha<sup>-1</sup>, en comparación a otros países dedicados a su producción como Argentina, Brasil y EE.UU., que superan considerablemente este rendimiento (MAG (Ministerio de la Agricultura y Ganadería), 2018; FAO, 2019). El litoral ecuatoriano tiene la mayor superficie de maíz duro seco, donde la mayor producción se desarrolla en sistema seco dependiente de lluvias, esto se debe a que el 97% de los productores no tiene acceso al riego (MAG, 2019).

Según los reportes oficiales que sean han presentado en los últimos años la época de lluvia presenta anomalías, dado que estos periodos son de larga escasez lluviosa que afectan a la producción agrícola (MAG, 2020 a). Este comportamiento errático e irregular de precipitaciones causan periodos de sequía en Manabí, donde quien se ve afectada es la producción al no contar con una instalación frecuente de sistemas de riegos, sobre todo aun cuando la ladera es la mayor área de siembra de maíz (Jiménez *et al.*, 2012; Thielen *et al.*, 2016; Pérez *et al.*, 2018).

Sin lugar a dudas las actividades de fertilización y nutrición de maíz se ven elocuentemente afectados porque originan etapas reducidas de sequias durante la

época lluvias, causado por la falta de humedad en el suelo, lo que no permite la solubilización eficiente de los fertilizantes aplicados en banda superficial, y más aún cuando las principales fuentes utilizadas son fosfato di amónico (DAP), muriato de potasio (MOP) y urea, los cuales no pueden solubilizarse y sufren pérdidas significativas por volatilización, lixiviación y escorrentía (IPNI (International Plant Nutrition Institute), 2012; Navarro y Navarro, 2014; MAG, 2020b). Lo descrito anteriormente, limita el uso eficiente de los nutrientes, visto que el agua es de suma importancia como 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).

Evidentemente los tiempos de ciclos secos va aumentando la presión de insectos-plagas vectores de virus, y de patógenos que, al hallar en los cultivos estos son debilitados por una mala nutrición reducida por el estrés hídrico, que disminuye el potencial productivo del maíz (Grimmer *et al.*, 2012; Van Munster *et al.*, 2017; Van Munster, 2020). Se ha mostrado en la actualidad que una buena fertilización adecuada y eficaz es útil para reforzar la respuesta de las plantas ante cualquier daño rígido de plagas y patógenos (Gupta *et al.*, 2017; Magero *et al.*, 2018; Cabot *et al.*, 2019).

Actuales investigaciones han confirmado la efectividad de la fertilización líquida en agricultura de secano, dado que esta aporta en el rendimiento del cultivo, del mismo modo al uso eficiente de nutrientes (Walsh y Christiaens, 2016; Steusloff *et al.*, 2019; Fahrurrozi *et al.*, 2019; Drazic *et al.*, 2020). En la provincia de Manabí este tipo de tecnología 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. Siendo notable este problema en la parroquia Calceta y por lo ya se encuentra estipulado en los párrafos anteriores se plantea la siguiente interrogante:

¿Con la aplicación de fertilización líquida se podrá incrementar los niveles de rendimiento del maíz duro bajo condiciones de secano en un sector de la parroquia de Calceta?

## 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, 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.

El presente trabajo de integración curricular se integra al objetivo de desarrollo sostenible 12, meta 3, donde se menciona que, “de aquí a 2030, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales acordados, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente”.

## **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.

### **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**

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. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL MAIZ

El significado de “maíz” significa “lo que sustenta la vida” y es nativo de los indígenas del Caribe (FAO, 1993); es de suma importancia mencionar que este cultivo es uno de los cuatro cereales que tiene una gran producción a nivel mundial (Moreno *et al.*, 2001) citado por (Martínez, Medina y Palacios, 2016). Esta planta que pertenece a la familia de las gramíneas es de origen mexicana, fue durante el siglo XVI que se estableció en el país europeo y durante el siglo XVII que se comenzó a distribuir desde México hasta casi todos los países americanos a través de “maíces flint” y mazorcas con apariencia coloradas, anaranjadas y amarillas. En la actualidad se considera que el maíz es el cereal que tiene la mayor producción mundial (Pliego, 2020).

### 2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Hitchcock (1920) citado por Poehlman (1965) Hitchcock colocó dentro de la familia Gramineae al maíz. Este cereal tiene parentelas cercanas como lo son el *Tripsacum* y Teosinte sin embargo clasificado en una sola especie botánica. La nomenclatura de Lineo le otorga como género “*Zea*” y especie “*mays*” que pertenece a la familia Poaceae (Gramineae) (Fernández, 2009) citado por (Davalos, 2017). A continuación, la taxonomía del maíz con los principales rangos taxonómicos:

Reino: Vegetal (Plantae)

División: Angiospermae (Magnoliophyta)

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poacea

Género: *Zea*

Especie: *mays* L

### 2.3. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ

La morfología es la estructura por la que está conformada la planta, tener conocimiento de esta permite ilustrarse e interpretar la importancia de las partes

principales de la planta durante su ciclo vegetativo (Gómez, 2000) y (Pérez, 2002). Citado por (Obando, 2019).

### **2.3.1. HOJAS**

Las hojas son largas, grandes, con forma que asemeja la punta de una lanza, son alternas y nervios principales paralelos. Tiene un lado lacio y rugoso. Se aferran al tallo y por el haz presenta pubescencias. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Hernández, 2015). Citado por (Silva, 2019).

### **2.3.2. INFLORESCENCIA MASCULINA Y FEMENINA**

Posee flores masculinas que se encuentran ubicadas en la axila de las hojas y nacen antes que las femeninas, las cuales presentan un largo estilo que adquiere un color rojo cuando llegan a la madurez, vulgarmente se las conoce como los pelos de choclo, cabello de elote o barbas de maíz (Macuri, 2016).

### **2.3.3. TALLO**

Está compuesto por nudos y entrenudos que tienen su respectiva distancia entre sí, del tallo desprende de 15 a 30 hojas, es robusto, tiene una sección circular que es de donde nace el pedúnculo donde sale la mazorca hasta la inflorescencia masculina. (Deras y De Serrano, 2018).

### **2.3.4. RAÍCES ADVENTICIAS**

Es el principal sistema de raíces que fija a la planta y cumple la función de absorber nutrientes y agua es las adventicias, este sistema de raíz se comienza a desarrollar desde el primer nudo que está en el extremo del mesocotilo, por otra parte, hay cierto grupo de raíces adventicias que se desarrollan los nudos que le continúan al primero hasta llegar a un límite de 7 a 10 nudos (Deras, 2010). Citado por (Chanataxi, 2016).

### **2.3.5. RAÍZ**

Está cubiertas de radículas capilares, la raíz es vigorosas y tiene color blanco, además del poder de arrojar más de un tallo principal que en efecto comparten la misma raíz (Guzmán, 2017).

### **2.3.6. GRANO**

El pericarpio del grano que es el que cubre la semilla es duro, debajo de este se encuentra una capa externa del endospermo, esta capa es la que le da color al grano, es preciso señalar que contiene proteínas y en el endospermo se encuentra entre el 85 al 90% del peso del grano (Coral, 2017).

## **2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

Entre los parámetros que están estimados como requerimientos edafoclimáticos del cultivo de maíz se encuentran: una pendiente hasta el 25%, textura del suelo franco, franco-arcilloso, franco limoso, franco-arenoso, franco-arcillo-limoso, franco-arcilloso-arenoso, buen drenaje, profundidad efectiva del suelo, sin pedregosidad, sin salinidad, pH óptimo de 5.5 a 7.5, precipitación de 500 a 2000 mm, temperatura óptima de 20 a 27 °C, luminosidad de 1000 a 1500 horas sol/año, nivel freático del suelo profundo y altitud de 1 a 1600 m.s.n.m (Montaño y Sanfeliu, 2008; Moreno *et al.*, 2018).

## **2.5. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ**

En el 2018 se registró que en Ecuador se produce 1,2 millones de toneladas de maíz, de las cuales la industria nacional elabora alimentos proteínicos con 900.000 toneladas (El Comercio, 2018). Este cultivo es de mucha importancia, pues, contribuye con la alimentación de los ecuatorianos por la obtención de este alimento suministra el primer eslabón de una cadena de fabricación para la alimentación humana además de la agroindustria. Según las investigaciones realizadas por la FAO en el 2016 el cultivo de maíz estuvo una superficie sembrada de 485696 ha donde se obtuvo 1'667704 toneladas de producción de las cuales se alcanzó un rendimiento de 3.17 t/ha. Los tipos de maíz que más se cultiva es el duro y suave que tiene un color amarillo (Caviedes, 2019)

En Ecuador la producción de maíz de color amarillo está relacionada al factor tierra. Este maíz es parte del 60 a 75% de la alimentación de animales como aves y cerdos, esto se debe a que, aporta energía hasta del 70% en aves y cerdos, aunque para este último aporta menos en proteína se estima que apenas un 8% (ROSS, 2009). La elaboración de productos pecuarios donde se encuentran los huevos, carne de cerdo

y pollo reflejan la importancia del maíz dentro de ellos, es gracias al abastecimiento de alimentos para animales que este ofrece que se puede cubrir la demanda alimenticia local de personas (Badillo, 2016).

## **2.6. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE MAÍZ**

Uno de los principales granos que se cultivan en Ecuador es el maíz, por su importancia en la alimentación sobre todo de los pueblos indígenas; es considerado un “generador de vida” es por ello que se convierte en un alimento importante y fundamental de identidad para nuestros ancestros. Este grano se cultiva desde hace varios siglos ya que, es una fundamental fuente de ingreso económicos para muchos productores ecuatorianos dedicados a la agricultura (Guerrero, 2020).

El maíz es uno de los principales granos cultivados en el mundo, sobre todo en Ecuador (Bobadilla, Romero y Santos, 2017) es por esto que es importante señalar que en América Latina y el Caribe, existe un rendimiento de este grano de más de 220 millones de toneladas, el cual es exportado y apto para el consumo del mundo. En efecto el cultivo de maíz representa un importante valor económico, tanto para Ecuador, como para muchos países del mundo (Farmagro, 2018). El promedio de maíz que se produce en el Ecuador es de 717.940 toneladas para maíz amarillo seco y 43.284 toneladas para choclo, la producción de maíz es más concentrada en la región costa, mientras que para la región Sierra es el choclo (Villalta, 2019).

## **2.8. MOMENTO DE APLICACIÓN DEL NUTRIENTE EN MAÍZ**

El momento preciso de aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz, debe ser determinado por la etapa fenológica que se encuentra, en cada una de las etapas requiere una mayor cantidad de nutrientes. En la etapa V5 a V6 es donde mayormente requiere de estos nutrientes, si están disponibles para la planta en ese momento se logra tener una mayor eficiencia en la absorción de los fertilizantes aplicados y así la planta puede tener una producción adecuada, ya que en esta etapa la planta comienza a definir el potencial de rendimiento que va a tener. La carencia en la planta de algún nutriente que no se encuentre disponible en el suelo es uno de los factores que conlleva a la baja producción (Simón y Golik, 2018).

## **2.9. ASPECTOS POR TOMAR**

Para realizar una buena fertilización y evitar que la planta sufra de carencia o exceso de un nutriente y problemas en la producción, es de suma importancia saber el estado fenológico que se encuentra y además complementarlo con un análisis de suelo y/o foliar para realizar un adecuado plan de fertilización (Ortiz, 2019). En el mercado se pueden encontrar diversos tipos de fertilizantes que su contenido esta formulado para cubrir ciertas necesidades que tienen los cultivos, en estos podemos encontrar los elementos primarios como el nitrógeno, fosforo y potasio. Los secundarios como el calcio, magnesio y azufre y los micronutrientes como el hierro, boro, zinc, molibdeno, manganeso, molibdeno, etc (Alfonzo, Gómez y Pérez, 2019).

La agricultura moderna y las nuevas variedades e híbridos que son mayormente productivas, han generado que se utilicen mayor cantidad de fertilizantes, siendo el nitrógeno el nutriente esencial y mayormente requerido por las plantas, este debe ser aplicado en la cantidad necesaria y requerida por el cultivo. Una carencia de este elemento es el que genera los mayores bajo rendimientos en los cultivos (Domínguez, *et al.*, 2001; Bonelli *et al.*, 2018).

## **2.7. FERTILIZACIÓN DEL MAÍZ**

Según (Zapata, 2019) para que el maíz tenga un buen desarrollo requiere ciertos aportes de elementos minerales. La planta muestra cuando no tiene algún nutriente disponible o cuando este lo tiene en exceso. Por lo general se recomienda mucho que se realice un abonado de suelo que tenga gran cantidad de fósforo y potasio. Un nutriente que siempre se requiere en mayor cantidad durante el crecimiento vegetativo de la planta es el nitrógeno. El rigor de la sustancia orgánico e inorgánica a aplicarse va de acuerdo a las particularidades de la zona de plantación, la primera aplicación se realiza hasta cuando la planta tenga de 6 a 8 hojas, es decir, durante la primera etapa de desarrollo.

## **2.10. FERTILIZACIÓN LÍQUIDA**

Ciertamente el fertilizante es una sustancia esencial que contribuye con el crecimiento y producción de mejor calidad de hortalizas y frutas (Malhotra, 2016). Existen varios tipos de fertilizantes, cada uno muy distinto al otro que colabora cubriendo las

necesidades de los suelos y cultivos, fertilizantes que se definen por contener nutrientes principales, macro nutrientes y micro elementos esenciales para que la planta ofrezca una mejor producción y por ende un mejor rendimiento (Navarro y Navarro, 2003; Núñez *et al.*, 2017).

Los fertilizantes líquidos no requieren de disolución, estos fertilizantes son manejados y aplicados en forma líquida, incluyen materiales que contienen nutrientes que son esenciales para las plantas, que están constituidos por elementos separados entre sí en un medio líquido (Fertilab, 2016). Aplicar fertilizantes líquidos en el suelo permite crear condiciones sobresalientes que le resulta a la planta más fácil absorber nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo para ellos, en otras palabras, la zona donde se activa el sistema radical del maíz y otros cultivos (Abdulaev *et al.*, 2015, Abdulaev *et al.*, 2016; Avdonin, 1998; Baybulatov *et al.*, 2018).

## **2.11. ORIGEN**

Los usos de fertilizantes líquidos se vienen originando en tiempos pasados. Además, en la ciudad de Grecia trasladaban desechos orgánicos urbanos en la cual estos se destinaban a huertas y naranjos, ya que estos organizaban una gran forma avanzada del uso de estos fertilizantes ya sean líquidos o fluidos. Subsiguientemente, el extenso progreso de la producción y acogidas de estas fuentes líquidas en la cual tuvieron un gran lugar importantemente que fue en los Estados Unidos y un mínimo tamaño en unos países europeos, asiáticos y Australia. La primera planta de estos fertilizantes líquidos y fluidos comercialmente exitoso fue en el año 1923, en la cual fue basada en la disolución de sales solubles en agua (Dowdle, 2000). Después se estuvo lugar acierta en adopción de aplicaciones de indudables métodos como la hidroponía o el fertirriego. El desarrollo acelerado de estos insumos líquidos obtuvo su principal valoración de aumento en la etapa del 1965-1985, en la cual la contribución de los mercados de estos fertilizantes líquidos aumento significativamente a comienzo de los 80, consecutivamente se garantizó en una colaboración del mercado 40% con un total de gastos de fertilizantes convirtiéndose hoy en día en un mercado prudente (Fertilizar Manuel, 1998; Pérez y Rodríguez, 2017).

## **2.12. TIPOS DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS SEGÚN SU PRESENTACIÓN**

Según (Calvo, 2020) menciona a continuación que los fertilizantes líquidos también se los puede clasificar según su presentación en el mercado:

### **2.12.1. SUSPENSIONES O MEZCLAS**

En estos tipos de fertilizantes líquidos se puede encontrar abonos sólidos, regularmente en polvo, esparcido por medios líquidos, ya que estos no son disueltos del todo. De esta forma hace que este abono no pueda ser uniforme y que se consiga alojar el sólido en la parte del descenso del depósito.

### **2.12.2. SOLUCIONES**

Estos fertilizantes son los más abundantes. Por la cual estos se frecuentan con elementos sólidos ya que se disuelven totalmente en medios líquidos donde estos representan formas similares. Estos obtienen diversos grados de pH como (ácido, básico y neutro) y la composición que queramos.

## **2.13. PROPIEDADES DE LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS**

### **2.13.1. VISCOSIDAD**

La viscosidad de estos productos líquidos es de gran firmeza en su dureza a las imperfecciones graduales, en la cual son provocadas por tensiones cortantes o tensiones de tracción. Esta viscosidad pertenece al concepto informal de “espesor”. Por ejemplo, la viscosidad de la miel es mucho mayor que el agua. A lo que se refiere abonos líquidos, estos se los puede definir de tal manera un poco más laxa como la resistencia del mismo escurrimiento. Estos presentan una propiedad ya que dependen de la formulación del fertilizante, de la temperatura e inclusive de la presentación de impurezas en el mismo (Girón, 2017).

### **2.13.2. DENSIDAD**

Las consistencias de los productos se los pueden definir claramente como el cociente entre su masa y volumen, las cuales sus unidades son  $\text{kg/m}^3$  o  $\text{g/mL}$ , todos aquellos con algunas condiciones de temperaturas precisas. La densidad no tiene diferenciaciones y queda simplemente definida como masa entre volumen, en lo que

se refiere a los fertilizantes líquidos. En la cual este ámbito es expresado por las unidades gramos/milímetro. Para calcular la densidad se utiliza un densímetro con escala de 1 a 2g/mL, y se ejecuta mediante el diseño del fertilizante líquido a escala piloto, la obtención del resultado es manejado como un parámetro de eficacia durante la elaboración de los fertilizantes líquidos (Pérez, 2020).

## **2.14. FERTILIZACIÓN LÍQUIDA EN DRENCH**

Cualquier producto que es aplicado en drench va diluido en agua, para el cual, cuando la planta está empezando a desarrollarse se requiere de dosis específicas que ingresarán al suelo hasta las raíces de la planta y cuando la planta ya está en su etapa adulta la aplicación se la realiza al cuello de las plantas (Guanofol, 2007). La fertilización líquida en drench puede ir incorporada en el agua de riego, el producto agroquímico se incorpora en el suelo Villalobos (2006) mencionado por Montoya (2010).

En el idioma inglés “drench” significa “mojado” y consiste en mezclar fertilizantes que irán disueltos en agua (García, 2018). Se ha demostrado que aplicar fertilizantes líquidos a través de la técnica de drench mejora el rendimiento de cultivo al que se le está realizando esta aplicación, tiene importantes beneficios para cualquier cultivo en comparación con la fertilización tradicional como: el color vivo de las hojas, crecimiento y desarrollo de los brotes, el más importante es la producción (LOLI 2012; Florida, 2018).

### **2.14.1. SUPERFICIAL**

Para este tipo de aplicación se necesita una bomba mochila un recipiente de 200 L de agua, la cual va aplicada hacia la raíz de la planta y es por ello que se debe remover la boquilla de la bomba (Quijano, 2010; Neusa, 2016).

### **2.14.2. INYECTADA**

Tiene un menor costo y como su nombre lo indica está va inyectada en la zona adyacente a la raíz, no está de más mencionar que la aplicación se la realiza con fertilizantes diluidos en agua, para esta técnica se hace uso de un inyector especial (Procafe, 2008; García, 2018).

## 2.15. VENTAJAS

Menciona Molina (2018) que la palabra fertilizantes abarca todas esas sustancias designadas a regenerar el desarrollo y crecimiento de las plantas. Dentro de este sector se valoran tanto los productos químicos fabricados como los productos naturales. Estos recursos positivos pueden ser: nitrogenados (N), binarias (N-P) y ternarias (NPK), estos equipos especiales pueden ser manipulados con presión o sin presión ya que despliegan para mitigar las limitaciones que dan solución ternaria e imponen a la uniformidad de la mezcla (Cerisola, 2015).

Estas sustancias líquidas obtienen una buena efectividad, por la cual estos son absorbidos apresuradamente. Estos fertilizantes se los aplica en las plantas antes o después de la siembra, ya que su origen es de materiales químicos u orgánicos (Franquesa, 2016). A continuación. Girón (2017) menciona las siguientes ventajas de los fertilizantes líquidos.

- Permiten generar costos bajos debidos al uso que este tipo de fertilizante tiene con la materia prima para los beneficios de las plantas y así obtener una mayor producción comparada con otros fertilizantes.
- Al aplicarlo en el riego (fertiriego) hay menos contaminación ambiental, además la planta requiere más nutrientes, ya que este no se desperdicia.
- Aplicar el fertilizante con los materiales adecuados y recomendados ayuda a que los nutrientes se distribuyan uniformemente en el suelo.
- Se puede aplicar en conjunto con cualquier tipo de agroquímicos, sobre todo con los herbicidas y a su vez reduce la cantidad que se aplica de este.
- De fácil y seguro manipuleo en comparación con soluciones presurizadas
- Es fácil de aplicar en el riego.
- No necesita necesariamente ser almacenados en bodegas especializadas.
- Se hace uso de técnicas sencillas en el momento de aplicar el fertilizante de forma foliar.
- Por la aplicación que se realiza en bandas superficiales hay mayor trabajo, sin la necesidad de sistemas de aplicación técnicos para concentrar el producto en profundidad.
- Los sistemas de producción se adaptan a la siembra directa, que permite una mejor eficacia al momento de la aplicación a la superficie.

- La fertilización líquida es más precisa, rápida y fácil comparada con fertilizantes sólidos.

## **2.16. VENTAJA ECONÓMICA**

Gracias a la aplicación de fertilizantes líquidos se pueden corregir deficiencias de micro elementos con buenos resultados de análisis de suelos, ya que estos son incorporados en los fertilizantes líquidos como: boro, manganeso, azufre y zinc, en lo cual le proporciona al productor. Los fertilizantes líquidos están ganando adeptos a nivel mundial. En países como los Estados Unidos representan hoy en día un gran negocio de 14.800 millones de dólares y en la actualidad sigue creciendo (Cardini, 2019).

El aumento de productividad de los cultivos se debe a los importantes resultados positivos que ofrecen productos como la fertilización. Hoy en día nuestros agricultores acuden a los fertilizantes para poder tener mejor producción tanto en verduras como frutas. Posteriormente, al platicar de estos fertilizantes y sus ventajas hay que hablar de su efectividad en cuanto a sus costos. Los productos tradicionales solamente tienen un componente, por lo que pueden tener un precio ajustado en comparación a otras alternativas naturales. Hay que tener en cuenta de todos modos que el suelo siempre puede necesitar uno o más micro o macro nutrientes para poder así mantener su equilibrio, ya que esto aumenta el presupuesto final (Probelte, 2019).

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el sitio El Limón, cantón Bolívar, provincia Manabí, geográficamente ubicado 00°49'27.9" de Latitud Sur y 80°10'47.2" de Longitud Oeste, una altitud de a 15.5 msnm, 84.3% de humedad relativa, una temperatura media de 27°, 324.3 mm de evaporación y 1045.8 mm de precipitación<sup>1</sup>.



Figura 3.1. Ubicación del ensayo.

### 3.2. DURACIÓN

Este trabajo de investigación se desarrolló durante la temporada lluviosa y tuvo una duración de 22 semanas de ejecución, a partir del mes de enero a julio de 2021.

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Este trabajo efectuado fue experimental de carácter descriptivo y análisis.

### 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

#### 3.4.1. FACTOR A (GENOTIPOS)

- H-601
- H-603

---

<sup>1</sup> Estación meteorológica de la ESPAM MFL

### 3.4.2. FACTOR B (FERTILIZACIÓN LÍQUIDA)

- Fertilización líquida en drench superficial
- Fertilización líquida en drench inyectada
- Fertilización granulada

### 3.4.3. TESTIGOS

- Omisión de N en H-601
- Omisión de N en H-603

## 3.5. DISEÑO Y UNIDAD 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. 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.

## 3.6. ESQUEMA DEL ADEVA

Tabla 1. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	7
Genotipos	1
Fertilización líquida	2
Genotipo x Fertilización líquida	2
Tratamiento control vs Tratamientos de fertilización	1
Bloques	3
Error	21
Total	31

## 3.7. VARIABLES RESPUESTA

### 3.7.1. MORFO-AGRONÓMICAS

- **Altura de planta (cm):** la altura de planta se midió desde la base del suelo hasta la hoja bandera, este valor se registró en centímetros después de la floración femenina.

- **Diámetro de tallo (mm):** se registró después de la floración femenina en la base del tallo en mm.
- **Peso seco de raíces (g):** se registró al momento de la madurez fisiológica cuando la planta alcanzó su máximo crecimiento; para esto se separó las raíces de la planta y se colocó en estufa a 70°C hasta que alcanzó un peso constante.
- **Área foliar (m<sup>2</sup>):** fue registrado después de la floración femenina para lo cual se registró la longitud y ancho de cada hoja y se multiplicó por el factor 0.75, luego se sumaron las áreas de cada hoja.

### 3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

- **Longitud de mazorca sin brácteas (cm):** se realizó al momento de la cosecha para lo cual se tomaron 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 (cm):** se realizó al momento de la cosecha para lo cual se tomaron cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registra el diámetro en el centro de la mazorca.
- **Peso de granos/mazorca (g):** se realizó al momento de la cosecha para lo cual se tomaron cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró el peso de granos de cada mazorca.
- **Peso de 1000 granos (g):** se realizó al momento de la cosecha para lo cual se tomaron cinco mazorcas al alzar de cada unidad experimental y se registró el peso de 1000 granos.
- **Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>):** se realizó por el peso de los granos provenientes de la parcela útil, ajustada 13% de humedad y transformados a kg ha<sup>-1</sup>. 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 fórmula siguiente:

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

### 3.7.3. EFICIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENO

Las eficiencias agronómicas de nitrógeno (EAN) se calculó con las ecuación [1] indicadas por el IPNI (2012).

$$EA_N = \frac{\text{Rendimiento de granos con fertilización} - \text{Rendimiento de granos sin fertilización}}{\text{Dosis de N aplicado (180 G)}} \quad [1]$$

### 3.7.7. 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 estimaron los costos que varían por tratamiento (CqV), los que estarán 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 varía será 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).

## 3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

### 3.9.1. 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.

### 3.9.2. 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.

### 3.9.3. CONTROL DE MALEZAS EN POSTEMERGENCIA

Se aplicó Bentazon + MCPA en dosis de 1.5 litros ha<sup>-1</sup> de cada uno debido a la presencia de hoja ancha o coquito, cuando el maíz de tres a cuatro hojas. Como siguió presentándose presencia de malezas gramíneas, se utilizó el herbicida nicosulfuron (ACCENT) en dosis de 20 a 30 g ha<sup>-1</sup>, adicionando 200 a 300 mL de un surfactante.

### 3.9.4. 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 1 y 2 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	365	66	8	40			
Fosfato Monoamónico							
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 realizó 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 fue complementada con materia orgánica líquida (ácidos húmicos, fulvicos y melaza) y un bioestimulante a base aminoácidos y extractos de algas, esto con la finalidad de activar microbiología del suelo y promover un mejor uso eficiente de nutrientes. La fertilización granulada fue aplicada en banda superficial. En ambos tipos de fertilización, se realizaron aplicaciones de un coctel foliar conformado de micronutrientes y bioestimulante a base de algas marinas en las etapas V6, V10 y V18.

### **3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO**

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

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. VARIABLES MORFO-AGRONÓMICAS

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en las variables del componente de crecimiento. Los genotipos no influenciaron significativamente los componentes de crecimiento ( $p > 0.05$ ), a excepción del área foliar que sí fue significativo afectado por los genotipos probados. El análisis de varianza determinó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor fertilización, lo cual indica que la fertilización es determinante para el crecimiento del cultivo. La respectiva interacción entre el genotipo y la fertilización no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

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

Tratamientos		Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Área foliar (m <sup>2</sup> )	Peso seco de raíces (g)
<b>Factor genotipo</b>					
	H-601	262	20.23	1.15b	1.64
	H-603	261	21.23	1.23a	1.64
<b>Factor fertilización</b>					
	Líquida en drench superficial	267 a	21.18 a	1.22 a	27.21 ab
	Líquida en drench inyectado	270 a	21.74 a	1.26 a	30.15 a
	Granulada en banda superficial	247 b	18.98 b	1.08 b	22.04 b
<b>Interacción genotipo x fertilización</b>					
H-601	Líquida en drench superficial	267	20.47	1.19	30.58
H-601	Líquida en drench inyectado	269	21.85	1.21	29.89
H-601	Granulada en banda superficial	250	18.38	1.05	21.75
H-603	Líquida en drench superficial	267	21.88	1.26	23.83
H-603	Líquida en drench inyectado	271	21.63	1.31	30.42
H-603	Granulada en banda superficial	244	19.58	1.12	22.33
	C.V. %	4.15	5.33	6.38	21.43
	p-valor ANOVA				
	Genotipo	0.7998	0.0951	0.0229*	0.4300
	Fertilización	0.0014**	0.0004**	0.0009**	0.0358*
	Genotipo x fertilización	0.7528	0.3011	0.8778	0.3563

En base a lo anterior, se puede destacar que la fertilización líquida inyectada mostró el mayor incremento en altura de planta con un 1 y 9% en 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 3 y 13% 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 3 y 14% 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 10 y 27% sobre la fertilización en drench y la de banda superficial (Tabla 4).

Es importante mencionar que los resultados obtenidos coinciden con lo descrito por Gamboa (2019), quien reporta que el método de fertilización líquida en drench inyectado en el cultivo de maíz permitió obtener mejores resultados (mayor crecimiento) correspondiente a la altura de planta, diámetro de tallo y área foliar, en comparación a otros tipos de fertilización, como por ejemplo la granulada.

Así mismo, Gálvez (2019), detalla que la inyección de fertilizantes en la zona de raíces absorbentes aumenta significativamente la asimilación y disponibilidad de los nutrientes, pues reduce su arrastre y favorece una mayor adsorción y distribución uniforme de los mismos, lo cual permite un mayor crecimiento, desarrollo y producción de cultivos. De igual modo, Cedeño et al., (2021) hacen hincapié que la fertilización líquida se ha convertido en una tecnología eficaz de nutrición para maíz de secano, específicamente cuando las situaciones ambientales no proporcionan la humedad del suelo necesaria para que los fertilizantes granulados se disuelvan de manera apropiada.

En cuanto al efecto del genotipo, el H-603 logró la mayor área foliar, con un incremento del 6.51%, en comparación al genotipo H-601 (Tabla 4).

En este contexto, Muedas (2019) destaca que área foliar es una característica que varía con el genotipo. En relación a los anterior, Castro (2018) añade que el híbrido H-603, es caracterizado por presentar un alto potencial de crecimiento y rendimiento de las plantas, debido a que es tolerante a diversas enfermedades o deformaciones foliares, por lo cual obtiene excelentes características agronómicas.

## **4.2. VARIABLES COMPONENTES DE RENDIMIENTO**

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para el factor fertilización, mientras que para el factor genotipos no se consiguieron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), a excepción de la variable diámetro de

mazorca que fue mayor para el híbrido H-603 (Tabla 5). Estos resultados indicaron que la fertilización es determinante para incrementar los componentes de rendimiento del cultivo, independientemente del genotipo. En contraste, los componentes de rendimiento del cultivo no fueron influenciados significativamente ( $p > 0.05$ ) por la interacción genotipo x fertilización.

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

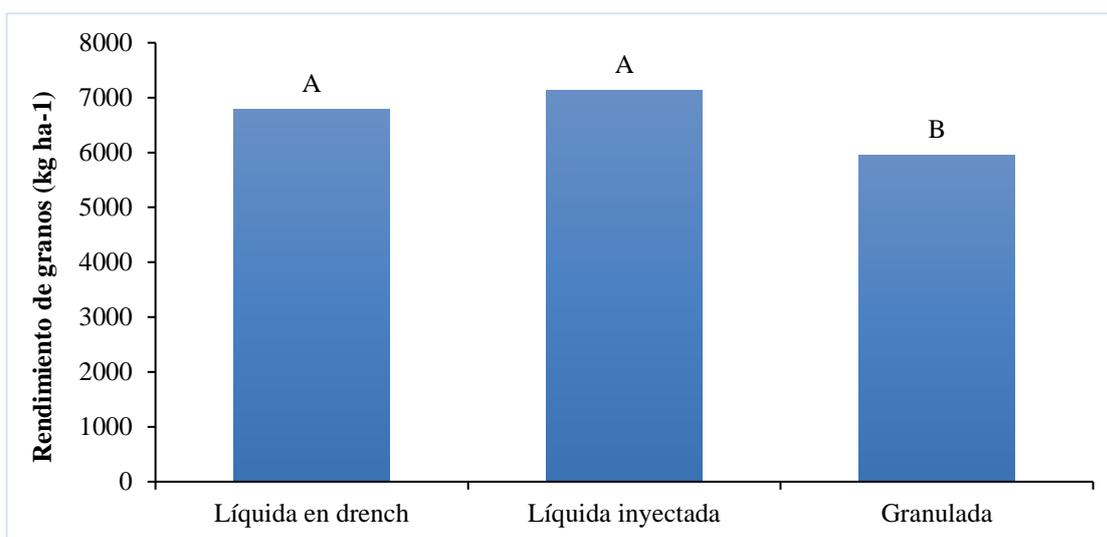
Tratamientos		Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Peso de 1000 granos (g)	Peso de granos por mazorca (g)
<b>Factor genotipo</b>					
H-601		17.28	3.23 a	301.23	144.04
H-603		17.41	2.85 b	321.35	152.01
<b>Factor fertilización</b>					
Líquida en drench superficial		17.29ab	3.08 a	316.26 ab	152.94 a
Líquida en drench inyectado		18.38 a	3.31 a	326.63 a	156.55 a
Granulada en banda superficial		16.36 b	2.73 b	290.98 b	134.58 b
<b>Interacción genotipo x fertilización</b>					
H-601	Líquida en drench superficial	17.83	3.27	313.64	148.67
H-601	Líquida en drench inyectado	18.27	3.57	300.04	153.30
H-601	Granulada en banda superficial	15.75	3.05	290.03	130.17
H-603	Líquida en drench superficial	16.73	2.90	318.88	157.22
H-603	Líquida en drench inyectado	18.50	2.86	353.23	159.80
H-603	Granulada en banda superficial	16.98	2.61	291.93	139.00
C.V. %		5.67	6.24	8.71	8.41
p-valor ANOVA					
Genotipo		0.7566	0.0002**	0.0893	0.1380
Fertilización		0.0035**	0.0001**	0.0508*	0.0065**
Genotipo x fertilización		0.0935	0.4146	0.1410	0.9794

La fertilización líquida inyectada mostró el mayor incremento en longitud de mazorca con una diferencia del 1.09 y 2.02 cm con relación a los tratamientos de fertilización líquida en drench superficial y la granulada en banda. Así mismo, la fertilización líquida inyectada incrementó en un 0.23 y 0.58 cm. El diámetro de mazorca, en relación a los tratamientos de fertilización en drench y el de banda superficial. Del mismo modo, el mayor peso de 1000 granos fue alcanzada por la fertilización líquida inyectada, con un incremento del 10.37 y 35.65 g en comparación a la fertilización en drench y banda superficial.

Finalmente, el peso de granos por mazorca fue mayormente influenciado por la fertilización líquida inyectada, con un incremento del 3.61 y 21.97g. Sobre la

fertilización en drench y la de banda superficial (Tabla 5). En cuanto a la respuesta de los genotipos a la fertilización, el híbrido INIAP H-601 alcanzó el mayor promedio en la variable diámetro de mazorcas, con un incremento de 0.83 cm (Tabla 5).

En la **figura 1**, queda evidenciado que la fertilización líquida en drench inyectada y superficial, obtuvieron rendimientos estadísticamente similares, sin embargo, significativamente diferentes al tratamiento donde se realizó fertilización granulada. La fertilización líquida independientemente si es colocada en drench superficial o inyectada, incrementó el rendimiento de grano en un 16.61%, lo que equivale a unos 1185.77 kg de granos.



**Figura 1.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Los resultados alcanzados en la presente investigación se encuentran similares a los obtenidos por Hernández y De León (2021), sobre todo para las variables longitud de mazorca y peso en 1000 granos. En estas variables se mostraron promedios entre 14.90cm a 16.55cm, y de 309.25g a 340.25g respectivamente. Por otra parte, las variables de diámetro de mazorca y peso de granos por mazorca, difieren a los establecidos en el presente estudio, lo que según Barreiro y Velásquez (2021) posiblemente se debe a las condiciones ambientales y genéticas de la especie, además la fertilidad del suelo determina el diámetro de la mazorca, así como la longitud de la mazorca y llenado del grano.

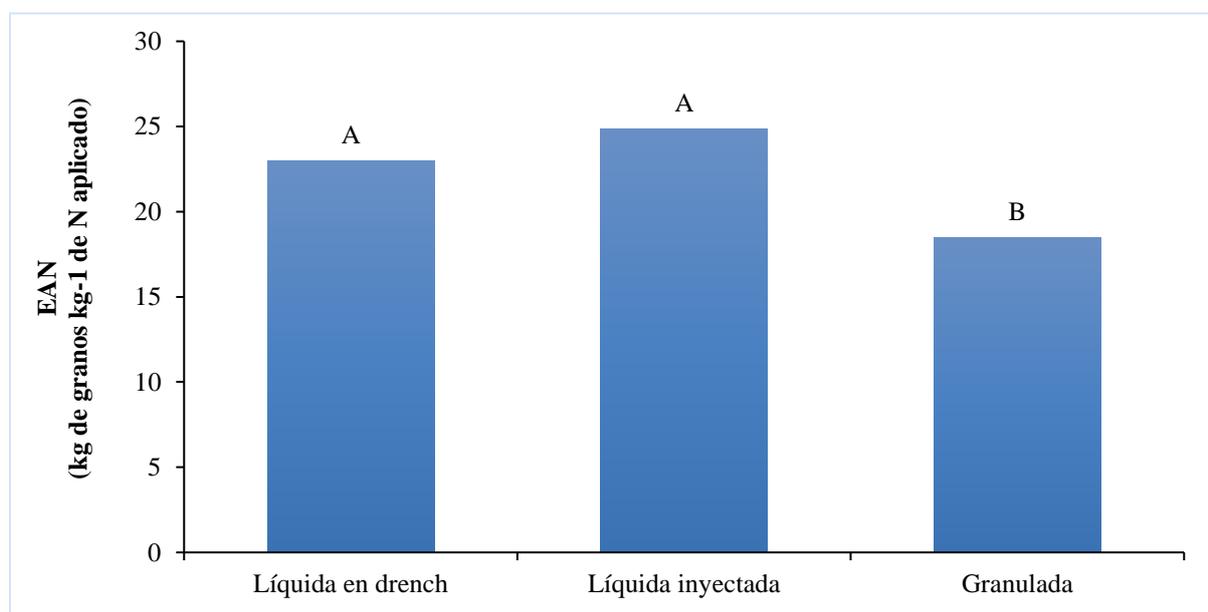
Por su parte Guamán et al., (2020) obtuvieron una longitud de 21.5 cm; diámetro 4.7 cm y peso de la mazorca de 257.3 g, siendo el largo de la mazorca un parámetro de

influencia directa en el rendimiento acompañado del diámetro y el llenado de la mazorca.

El rendimiento de mazorca y de grano se correlacionan positivamente con el rendimiento; particularmente la mejor expresión de rendimiento se da por tener una mayor longitud de mazorca (Hernández y De León, 2021). “La longitud de la mazorca está influenciada por la forma de aplicación de fertilizante, encontrándose mayores longitudes de mazorca en la fertilización inyectada” (Pérez, 2013).

### 4.3. EFICIENCIA AGRONÓMICA SOBRE EL NITRÓGENO

De acuerdo al análisis de varianza la EAN se obtuvo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las técnicas de aplicación de fertilizantes, mientras que el genotipo y la interacción genotipo x fertilización no fueron influyeron estadísticamente ( $p < 0.05$ ). Los resultados hallados manifiestan que tanto la fertilización líquida en drench superficial e inyectada, alcanzaron promedios similares estadísticamente, pero significativamente diferentes al tratamiento de fertilización granulada en banda superficial. La fertilización líquida independientemente si es colocada en drench superficial o inyectada, incrementó en un 59.97 %, lo que equivale a un incremento de productividad de 9.45 kg de grano por kg de N aplicado (Figura 2).



**Figura 1.** Efecto de tratamientos de fertilización líquida localizada sobre la eficiencia agronómica de nitrógeno en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano. Bolívar, Manabí, Ecuador, 2021.

Estrada (2020) añade que la fertilización es importante en el crecimiento y producción de los cultivos de maíz, por la razón que permite aportar los nutrientes necesarios

para mejorar la nutrición de los suelos y favorecer el crecimiento de plantas más vigorosas y sanas. Un elemento muy importante que influye en el crecimiento y producción del maíz es el nitrógeno (Barbieri et al., 2018). Debido a la importancia de este elemento, es necesario realizar aplicaciones oportunas para asegurar un buen potencial de rendimiento (Aguilar et al., 2017). Acorde a lo anterior (Chila, 2021) menciona que el nitrógeno “incrementa el tamaño de las células, área foliar y actividad fotosintética”.

La **Tabla 6**, se muestra detalladamente que la fertilización líquida inyectada alcanzó el mayor beneficio económico total del maíz y neto de la fertilización, con un incremento del 98.63 y 44.92%, 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. Líquida inyectada	1600	700	900	850	157	98	14,6	1431	2292	<b>692</b>	<b>581</b>
F. Líquida en drench	1520	700	820	770	149	90	14,6	1314	2175	<b>655</b>	<b>544</b>
F. Granulada en banda	1540	700	840	790	131	72	14,6	1051	1913	373	261
Testigo	750	700	50	0	59	0	14,6	0	861	0	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<sub>tratamientos</sub> – CqV<sub>control</sub>), **Ren:** Rendimiento (qq ha<sup>-1</sup>), **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al control (IRen = Ren<sub>tratamientos</sub> – Ren<sub>control</sub>), **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).

De acuerdo con la investigación de Pineda (2011) basada en la aplicación de tres abonos líquidos registro un incremento de beneficio económico de 114.1% en comparación al testigo sin fertilizar, lo cual se debe a que si se realizan aplicación de fertilizantes líquidos es posible obtener cultivos con una mejor calidad y altos rendimientos, esto se debe a que al realizar una fertilización líquida inyectada la raíz de la planta tiene mayor facilidad de absorber los nutrientes que se le proporcionando (Walsh y Christiaens, 2016).

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

### **5.1. CONCLUSIONES**

La eficiencia agronómica de nitrógeno fue incrementada con la fertilización líquida bajo condiciones de secano.

La fertilización líquida logró mayor crecimiento y rendimiento de grano en comparación a la fertilización granulada bajo condiciones de secano.

La fertilización líquida presentó mayores ventajas económicas en relación de a la fertilización granulada convencional.

Bajo condiciones de secano, donde la eficiencia de la fertilización puede verse limitada por frecuencias muy amplias de lluvias que afectan la humedad superficial del suelo, la fertilización líquida se presenta como una alternativa efectiva y económica.

### **5.1. RECOMENDACIÓN**

Es importante fertilizar de forma líquida durante la siembra del maíz secano en las zonas maiceras del cantón Bolívar para obtener plantas vigorosas y alto rendimiento del cultivo, sobre todo cuando estas están expuestas a condiciones de sequía.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdulaev, M., Islamov, M., Magaramov, B., y Baybulatov, T. (2015). La tecnología del fertilizante orgánico líquido subterráneo. *Scientific Review*, 24,119-122.
- Abdulaev, M., Kamilov, R., y Baybulatov, T. (2016). The results of studies of the in-soil application of liquid organic fertilizers. *Problems of development of the regional agro-industrial complex*, 1 (2), pp. 108-111.
- Aguilar, C., Salvador, J., Aguilar, I., y Perez, A. (2017). Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del maíz VS-535 en función del biofertilizante y nitrógeno. *Ecosistema y recursos agropecuarios*, 4(12), 75-83.
- Alfonzo, H., Gómez, A., y Pérez, Y. (2019). Manual: Cálculo para aplicación de fertilizantes simples y compuestos. (Archivo PDF). [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63132912/Manual\\_\\_Calculo\\_para\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes\\_simples\\_y\\_compuestos20200429-6906-fgbpme.pdf?1588162445=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCALCULO\\_PARA\\_APLICACION\\_DE\\_FERTILIZANTES.pdf&Expires=1609554089&Signature=Er0F9iXzwyCEnvv~mSL8I5fFLBaB8tRvpis1R6UnU6M5rI~5U~8CxzocqtnD07w0spmeAPpbqbK64k1drd587WGQMwe134bCtiTDH7Vmf-GVzll87n6Cknwm7UhDEgCOYGRNTRnB9dGIM8fWVNB8b4bPK~s-WtbOUxPbVyuZU2dB4hPIJW9dU08yc1Omyg4T35UDDZ0LCYKhmZDkaXlty-0fSAxlp0vEqY8Nk6Obkef46DC~CIIG13Dmf2Q6V3xKxHxG2I2GRviPmarH8TgDUd05~ZszyvQFJT0GUkHyLILgwG45hpQEYbeP3mDjYQvmChk7tepmgHSFsWVt-Y9fkg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63132912/Manual__Calculo_para_aplicacion_de_fertilizantes_simples_y_compuestos20200429-6906-fgbpme.pdf?1588162445=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCALCULO_PARA_APLICACION_DE_FERTILIZANTES.pdf&Expires=1609554089&Signature=Er0F9iXzwyCEnvv~mSL8I5fFLBaB8tRvpis1R6UnU6M5rI~5U~8CxzocqtnD07w0spmeAPpbqbK64k1drd587WGQMwe134bCtiTDH7Vmf-GVzll87n6Cknwm7UhDEgCOYGRNTRnB9dGIM8fWVNB8b4bPK~s-WtbOUxPbVyuZU2dB4hPIJW9dU08yc1Omyg4T35UDDZ0LCYKhmZDkaXlty-0fSAxlp0vEqY8Nk6Obkef46DC~CIIG13Dmf2Q6V3xKxHxG2I2GRviPmarH8TgDUd05~ZszyvQFJT0GUkHyLILgwG45hpQEYbeP3mDjYQvmChk7tepmgHSFsWVt-Y9fkg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Avdonin, N. (1998). Base científica para el uso de fertilizantes. Moscú: Kolos, 69, 84-85, 145-147.
- Badillo, A. (2016). *Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (zea mais) variedad Iniap 122, en dosis diferentes, en la Parroquia Malchinguí, Cantón Pedro Moncayo, Provincia Pichincha* (tesis de pregrado, Universidad Nacional De Loja). Repositorio Institucional de UNL. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10735/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20MAIZ%20%2012-01-2016.pdf>

- Balbieri, P., Echeverría, H., y Sainz, H. (2018). Pérdidas por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno en maíz en función de la fuente, dosis y momento de aplicación. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 117(1), 111-116.
- Barreiro, M y Velásquez, J. (2021). Eficacia de tecnologías de nutrición sobre el rendimiento del maíz blanco para consumo en fresco, en Rocafuerte-Manabí [Tesis tipo de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. Repositorio digital. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1536/1/TTA20D.pdf>
- Baybulatov, T., Magaramov, I., Chabibov, S., Ajdemirov, O., Islamov, M., y Minatullaev, S. (2018). Resultados de la investigación en el tema de tecnología ecológicamente segura de siembra de papa con auxilio de fertilizantes orgánicos líquidos. *Advances in Engineering Research*, 151, 890-894. DOI: <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.167>
- Bobadilla, M., Romero, T., y Santos, M. (2017). Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 439-453. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608>
- Bonelli, L., Sainz, H., Echeverría, H., y Barbieri, P. (2018). Fuente y momento de aplicación de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en Balcarce. *Ciencia del suelo*, 36(1), 88-98.
- Cabot, C., Martos, S., Llugany, M., Gallego, B., Toirá, R., y Poschenrieder, C. (2019). Un papel para el zinc en la defensa de las plantas contra patógenos y herbívoros. *Plant Sci.* 10, 1171. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01171>
- Cabrera, A. (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. (Archivo PDF). Disponible en: <http://200.123.25.5/handle/20.500.12955/1057>
- Calvo, A. (2020). Tipos de fertilizantes líquidos: ventajas e inconvenientes. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/tipos-de-fertilizantes-liquidos-ventajas-e-inconvenientes/>
- Cardini, J. (15 de junio de 2019). La era de los fertilizantes líquidos. Consultado en línea (15 de enero de 2021). Disponible en: La nación.

<https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/la-era-de-los-fertilizantes-liquidoid-2257817>

Castro, E. (2018). Fertilización química con micronutrientes en el híbrido de maíz, INIAP H-603 en Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1962/1/ULEAM-AGRO-0046.pdf>

Caviedes, G. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(1), 116-123. DOI: <https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>

Cedeño, G., Avellan, B., Velásquez, S., y Limongi, R. (2021). Fertilización líquida localizada como estrategia de nutrición en maíz de secano. *Revista Archivos Académicos USFQ*, 38(1), 44-45.

Cerisola, C. (2015). *Fertilidad química. Facultad de ciencias agrarias y forestales*. (Formato PDF). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ambiente y Recursos Naturales. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/39045/mod\\_resource/content/1/UD8.1%20Fertilidad%20Qu%C3%ADmica%20.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/39045/mod_resource/content/1/UD8.1%20Fertilidad%20Qu%C3%ADmica%20.pdf)

Chanataxi, M. (2016). *Respuesta del cultivo de maíz dulce var. Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero* (tesis de pregrado, Universidad Central Del Ecuador). Repositorio Institucional de UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7945/1/T-UCE-0004-10.pdf>

Chila, M. (2021). *Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz (Zea mays L.) cultivado comercialmente en terrenos con pendiente variable* (tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Repositorio Institucional de UTEQ.

Coral, J. (2017). *Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (Zea mays L.) en la zona media de la Parroquia Malchinguí* (tesis de pregrado, Universidad Central Del Ecuador). Repositorio Institucional de UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13056/1/T-UCE-0004-42-2017.pdf>

- Davalos, A. (2017). *Diversidad de maíz (zea mays L.) en la selva peruana* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio Institucional de UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2829/F01-D38-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Deras, H. (2020). Guía técnica del cultivo de maíz. (Archivo PDF). Disponible en: <http://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Deras, H., y De Serrano. (2018). Cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Ma%C3%ADz%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Ma%C3%ADz%202019.pdf)
- Domínguez, G., Studdert G., Echeverría, H., y Andrade, F. (2001). Sistemas de cultivo y nutrición nitrogenada en maíz. *Ciencia del Suelo*, 19, 47-56
- Dowdle, S. (2000). Fertilizante fluido. Procedimientos de Producciones y Comercio Internacional. Sgangaou, China: IFA.
- Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G., y Dudic, B. (2020). La influencia de la técnica de aplicación y la cantidad de fertilizante inicial líquido en el rendimiento del maíz. *Agriculture*, 10(347), 1 – 13.
- Duicela, L. y Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. *La Técnica* 15, 6–17.
- El Comercio. (9 de noviembre de 2018). La producción de maíz en el 2019 será de 1,3 millones de toneladas. El Comercio. [https://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-maiz-agricultores-ministerio-guayas.html#:~:text=Ecuador%20produce%201%2C2%20millones%20de%20toneladas%20\(t\)%20de,la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20alimento%20prote%C3%ADnico.&text=En%20el%20pa%C3%ADs%20se%20siembran,Los%20R%C3%ADos%2C%20Guayas%20y%20Loja](https://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-maiz-agricultores-ministerio-guayas.html#:~:text=Ecuador%20produce%201%2C2%20millones%20de%20toneladas%20(t)%20de,la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20alimento%20prote%C3%ADnico.&text=En%20el%20pa%C3%ADs%20se%20siembran,Los%20R%C3%ADos%2C%20Guayas%20y%20Loja).
- Espinoza, A., Valdivia, R., Pilarte, F., Castellón, J., y Aguilar, H. (2019). *Manejo de fertilización de maíz y frijol basado en la Evaluación Visual de suelos*. (Archivo PDF).

Disponible en: <https://asa.crs.org/wp-content/uploads/2020/05/Instructivo-3-Manejo-fertilizaci%C3%B3n-en-granos-b%C3%A1sicos-4R.pdf>

Estrada, M. (2020). Efecto de tres programas de nutrición en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en tres híbridos Emblema, Advanta y Gladiador, en el Cantón Montalvo, Provincia Los Ríos. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15555/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-176.pdf>

Fahrurrozi, F., Mukhtar, Z., Setyowati, N., Sudjatmiko, S., y Chozin, M. (2019). Efectos comparativos de las aplicaciones foliares y al suelo de fertilizante orgánico líquido enriquecido con tithonia sobre los rendimientos de maíz dulce en un sistema de producción agrícola cerrado. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science* 41(2), 238–245.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). Dirección de estadística FAOSTAT. Consultado en línea (noviembre 22 del 2020). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAO. (2020) Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. *Food Outlook*, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>

Farmagro. (20 de abril de 2018). La importancia del maíz en el Ecuador. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://farmagro.com.ec/new/la-importancia-del-maiz-en-el-ecuador/>

Fassio, A., Ibañez W., Fernández E., Cozzolino D., Pérez O., Restaino E., Pascal A., Rabaza C., y Vergara G. (2018). El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua. (Archivo PDF). Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/st-239-2018.pdf>

Fertilab. (2016, 5 de noviembre). Propiedades de los fertilizantes líquidos. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/blog/179-propiedades-de-los-fertilizantes-liquidos/>

Fertilizar Manual. (1998). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Fertilizer Development Centre (UFDC).

- Florado, N. (2018). *Efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (Theobroma cacao L.) Orgánico en el centro poblado alto Palcazú* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio Institucional de UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1424>
- Franquesa, M. (2016). Fertilizantes líquidos o fertilizantes sólidos. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/fertilizantes-liquidos-o-solidos/>
- Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café - PROCAFÉ (2008). Fertilización del Cafeto. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacioncafeto-t27565.htm>
- Gálvez, Q. (2019). Efecto de zeolita y fertilización FERDIN en Ananas comosus L. Merrill Hibrido MD-2 en Satipo. Obtenido de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7362/T010\\_72855360\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7362/T010_72855360_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gamboa, P. (2019). Aplicación de biol mediante la técnica en ferdín en el crecimiento de Coffea arabica L. variedad catuai, en Satipo. Obtenido de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7286/T010\\_43559924\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7286/T010_43559924_T.pdf?sequence=1)
- García, G. (2018). *Efecto defertilización en drench de plántulas de Theobroma cacao L. grupo criollo, en vivero, Río Negro-Satipo* (tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro de Perú). Repositorio Institucional de UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4878>
- Girón, D. (2017). *Proceso de fabricación de fertilizantes aditivados multiproducto* (tesis de pregrado, Universidad de Sevilla). Repositorio Institucional de US. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenier%C3%ADa\\_agronomica/35/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenier%C3%ADa_agronomica/35/)
- Grimmer, M., Foulkes, M., y Paveley, N. (2012). Foliar pathogenesis and plant water relations: a review. *Journal of Experimental Botany* 63(12), 4321–4331.
- Guamán, R; Desiderio, T; Villavicencio, A; Ulloa, S y Romero, E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos.

Revista Digital UCE, 7 (2).  
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2556>

- Guerrero, K. (2020). *Descripción de los principales métodos de control de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz (Zea mays L) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos* (tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Repositorio Institucional de UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8516>
- Gupta, N., Debnath, S., Sharma, S., Sharma, P., y Purohit, J. (2017). Papel de los nutrientes en el control de las enfermedades de las plantas en la agricultura sostenible. *Chapter 8*, 217 – 262. DOI 10.1007/978-981-10-5343-6\_8.
- Guzmán, D. (2017). *Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) var. Tusilla bajo las condiciones climáticas del Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo* (tesis de pregrado, Universidad Técnica De Ambato). Repositorio Institucional de UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25123/1/tesis%20029%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Guzman%20Dennys%20-%20cd%20029.pdf>
- Hernández, E y De León, H. (2021). Comportamiento genético para componentes de rendimiento en una población de maíz enano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (26)1. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2943/4206>
- IPNI (2012). *Manual de nutrición vegetal 4R: un manual para mejorar el manejo de la nutrición vegetal, versión métrica*. (T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, Eds.). International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA.
- Isleib, J. (2016). Ventajas y desventajas de los fertilizantes líquidos. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <http://www.mapliquid.com.ar/blog/liquido-vs-solido.html>
- Jiménez, L. (2020). *Efectos de la fertilización edáfica interaccionada con foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.), en la zona de Montalvo* (tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo, Repositorio Institucional de UTB). Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8229/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J., y Wittmer, C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador. *Avances de Investigación*, 66, 1 – 92.
- LOLI, F. (2012). Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café. Guía técnica UNALM-Agrobanco. Tocache San Martín -Peru. (Archivo PDF). <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-c-cafe.pdf>
- Macuri, E. (2016). *Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (Zea mays L) en la sierra baja y media del Perú*. (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio Institucional de UNAM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1981/F30-M32-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2018). Boletín Situacional maíz duro seco. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. Consultado en línea (Noviembre 21 de 2020). Disponible en: [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2018/boletin\\_situacional\\_maiz\\_duro\\_2018.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2018/boletin_situacional_maiz_duro_2018.pdf)
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2019). Caracterización general del maíz. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. Consultado en línea (Noviembre 21 de 2020). Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz/caracterizacion>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2020a). Boletín de Precipitación y Temperatura. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. Consultado en línea. (Noviembre 21 de 2020). Disponible en: [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/precipitacion/2020/boletin\\_agroclima\\_2020.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/precipitacion/2020/boletin_agroclima_2020.pdf)
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2020b). Boletín de Agroquímicos y Fertilizantes. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. Consultado en línea. (Noviembre 21 de 2020). Disponible en: [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/agroquimicos/2020/boletin\\_agroquimicos\\_2020.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/agroquimicos/2020/boletin_agroquimicos_2020.pdf)

- Magero, E., Chemining'wa, G., y Kilalo, D. (2018). Efecto de macro y micronutrientes sobre la severidad de la enfermedad de necrosis letal del maíz y el rendimiento de grano de maíz. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 5(9), 1 – 11.
- Malhotra, S. (2016). Fertilizantes solubles en agua en cultivos hortícolas: una evaluación. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(10), 1245-56.
- Manuwa, S., Ademosun, O., Akande, L. (2015). Efecto de la tasa de aplicación de estiércol líquido de aves y la profundidad de la inyección sobre el crecimiento y el rendimiento del maíz (*ZeamaysL.*) en un suelo franco arenoso. *AgricEngInt: CIGR Journal Open*, 17(1), 1-9.
- Martínez, M., Medina, H., y Palacios, I. (2016). Composición química del grano de maíz (*Zea mays*) Chococito del municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*, 7 (1).
- Molina, P. (2018). El mercado de fertilizantes en Chile. (Archivo PDF). Ices. <https://www.ivace.es/Chilefertilizantesices2018.pdf>
- Montaño, M., y Sanfeliu, T. (2008). Ecosistema Guayas (Ecuador). Medioambiente y sostenibilidad. *Revista Tecnológica ESPOL*, 21(1), 1-6.
- Morand, V., y Balbi, C. (2020). Maíz para silo de planta entera: efecto de genotipo y altura de corte en la producción y calidad para alimentación animal. *La Serena*, 31(3), 231-240.
- Moreno, J., Lasso, L., Reyes, M., Haro, R., y Cruz, G. (2018). Aptitud agroecológica de tres cultivos estratégicos (maíz, arroz y caña de azúcar) en 14 cantones de la cuenca baja del río Guayas. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(13), 15-24.
- 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 tasa de nitrógeno para maíz y oportunidades de mejora. *Agronomy Journal* 110(1), 1 – 37.

- Muedas, J. (2019). Dosis de nitrógeno y potasio en la producción de Zea mays L. híbrido DK 7088 Pangoa. Obtenido de [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5299/Muedas%20Qui spe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5299/Muedas%20Qui%20spe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Navarro, G., y Navarro, S. (2014). Fertilizantes: química y acción. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 241 p.
- Navarro, S., y Navarro, G. (2003). Química Agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 2da edición.
- Nazarena, S., Favere, V. (2017). Ensayo de fertilización nitrogenada en cultivo de maíz en el Valle Medio del río Negro. EEA Alto Valle, INTA.
- Neusa, A. (2016). *Establecimiento de un sistema productivo de maracuyá (Passiflora edulis) en el municipio de Uribe meta como alternativa de fortalecimiento empresarial y conocimientos técnicos* (tesis de pregrado, Universidad de la Salle). Repositorio Institucional de US. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenier%C3%ADa\\_agronomica/35/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenier%C3%ADa_agronomica/35/)
- Núñez, A., Rodríguez, A., Medina, J., y Paricaguán, B. (2017). Caracterización de fertilizantes a base de dihidrógeno fosfito de potasio obtenidos con diferentes reductores metálicos. *Revista Ingeniería UC*, 24(3), 365-371.
- Pérez, F. (2013). Efecto del rastrojo y de diversas formas de fertilización en la agricultura convencional y de conservación en el cultivo de maíz (Zea mayz. L.) [Tesis tipo de grado, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez]. Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México. <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/772/48477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, E., y Rodríguez, D. (2017). Estudio físico-químico para la formulación de un fertilizante líquido de composición completa. *Pensamiento Actual*, 17(29), 51-68.
- Pérez, L. (2020). *Diseño del proceso de elaboración de fertilizante líquido químico para cultivo agroindustrial intensivo de la uva en la zona de Piura* (tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura) Repositorio Institucional de UP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2167>

- Pérez, R., Cabrera, E., y Hinojosa, M. (2018). El Régimen de Riego para Cultivos en Manabí, Ecuador: Estudio Climatológico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(1), 5 – 12.
- Piiego, E. (18 de junio de 2020). El maíz: su origen, historia y expansión. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- Probelte. (2019). Fertilización química o convencional en la agricultura. Consultado en línea (15 de enero de 2021). Disponible en: Recuperado de: <https://www.probelte.es/noticia/es/fertilizacion-quimica-o-convencional-en-la-agricultura/30>
- Obando, E. (2019). *Caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo “chazo” de la Provincia de Chimborazo* (tesis de pregrado, Universidad Técnica De Ambato). Repositorio Institucional de UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29726/1/Tesis-234%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20636.pdf>
- Oña, L. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (Zea mays) var. blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos* (tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio UTA. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>
- Ortiz, I. (2019, 18 de octubre). Aspectos generales para la selección y evaluación analítica de fertilizantes. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.metroflorcolombia.com/aspectos-generales-para-la-seleccion-y-evaluacion-analitica-de-fertilizantes/>
- Vera, H; Cepeda, E; Cárdenas, Á.; Espejo, F; Inga, M; Balón, A; Granda, J y Delgado, C. (2020). Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz variedad DAS 3383, La Troncal-Ecuador. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 12(1), 33-40. Epub June 03, 2021. <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n1.2020.750>

- Quijano, J. (2010). Manual técnico en drench 70. PROCAFE, 4-5.
- Ramírez, L., Saavedra, H., y Rodríguez, A. (2016). Manejo agronómico en el cultivo de maíz amarillo duro híbrido dekalb 1596 en truz bajo, Chepén - La Libertad. *Pueblo continente*, 27(2), 371-383.
- Research and Markets. (2020). Análisis del mercado mundial de maíz, 2019-2023: producción, consumo, exportaciones, importaciones y rendimiento. Consultado en línea (noviembre 21 de 2020). Disponible en: <https://www.researchandmarkets.com/r/94ldlu>
- Rodríguez, L., Guevara, F., Ovando, J., Marto, J., y Ortiz, R. (2016). Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades de la región Frailesca de Chiapas, México. *Cultivos tropicales*, 37(3), 137-145.
- Shiferaw, D. (2017). Interacción Agua-Nutrientes: Explorando los Efectos del Agua como un Papel Central para la Disponibilidad y Eficiencia en el Uso de Nutrientes por Cultivos de Hortalizas de Raíz Superficial. *Journal of Agriculture and Crops* 3(10), 78-93.
- Silva, C. (2019). *Manejo integrado de la mancha de asfalto (Phyllachora maydis Maubl) en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* (tesis de pregrado, Universidad Técnica De Babahoyo). Repositorio Institucional UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6026/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Simón, M., y Golik, S. (2018). Cereales de verano. *Ciencias Agrarias*. DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/68613>
- Steusloff, T., Singh, G., Nelson, K., y Motavalli, P. (2019). Manejo de Fertilizantes de Nitrógeno Líquido de Eficiencia Mejorada para la Producción de Maíz. *International Journal of Agronomy*, 1 – 12.
- Subhani, A., Tariq, M., Jafar, S., Latif, R., Khan, M., Sajid, M., y Shahid, M. (2012). Papel de la humedad del suelo en la eficiencia del uso de fertilizantes para secano. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 2(11), 1 – 9.
- 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, 35 – 50.

Universidad de Illinois. (2018). Las Siete Maravillas del Mundo del Rendimiento del Maíz. Consultado en línea (noviembre 22 de 2020). Disponible en: [http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven\\_wonders.html](http://cropphysiology.cropsci.illinois.edu/research/seven_wonders.html)

Van Munster, M. (2020). Impacto del estrés abiótico en la transmisión de virus de plantas por pulgones. *Viruses* 12(16), 1 – 12.

Van Munster, M., Yvon, M., Vile, D., Dader, B., Fereres, A., Blanc, D. (2017). El déficit de agua aumenta la transmisión de virus de plantas por insectos vectores. *PLoS ONE* 12(5), e0174398.

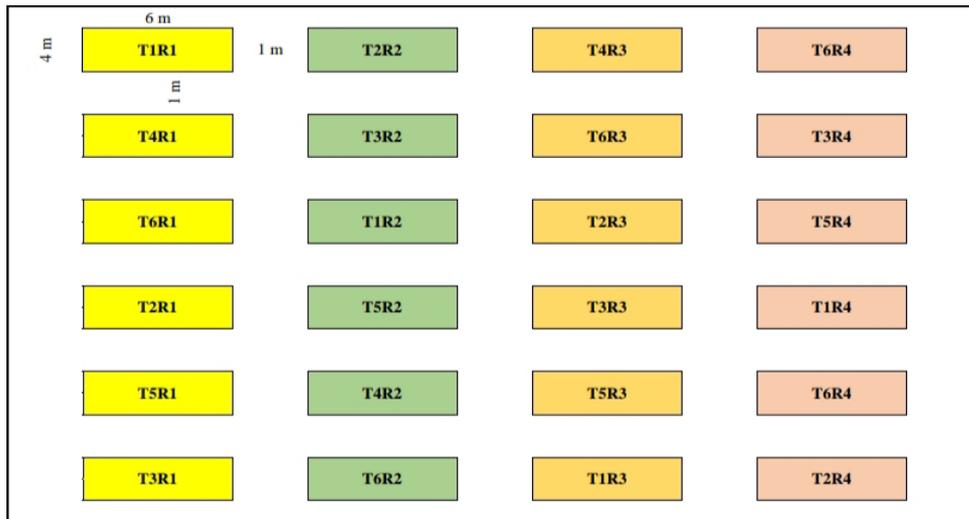
Villalta, F. (2019). *Principales inconvenientes en la comercialización de maíz amarillo duro en el Cantón Pueblo viejo - Provincia de Los Ríos* (tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo). Repositorio Institucional UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6808/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Walsh, O., y Christiaens, R. (2016). Eficacia relativa de fertilizantes de nitrógeno líquido en trigo de primavera de tierras secas. *Revista Internacional de Agronomía* ID 6850672, 1 – 9.

Zapata, E. (2019). Maíz. Consultado en línea (22 de diciembre de 2020). Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>

# **ANEXOS**

### Anexo 1. Croquis de campo



Anexo 2. Preparación de la semilla



Anexo 3. Control de malezas pre-emergente



Anexo 4. Control de malezas postemergente



Anexo 5. Aplicación de fertilizante en etapa VE



Anexo 6. Aplicación de fertilizante en etapa V6



**Anexo 7. Aplicación de fertilizante en etapa V10**



**Anexo 7. Aplicación foliar**



**Anexo 7. Incidencia de plagas y enfermedades y su respectivo control**