



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ**

**MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA 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 Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE  
MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO  
EN TOSAGUA**

**AUTORAS:**

**MARÍA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**

**SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA**

**TUTOR:**

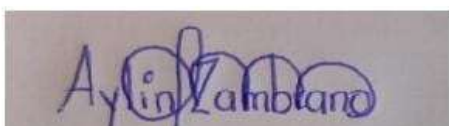
**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCIA**

**CALCETA, OCTUBRE DE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA**, con cédula de ciudadanía 131490722-9, y **MARÍA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**, con cédula de ciudadanía 1316807682, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN TOSAGUA** es de nuestra auditoria, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

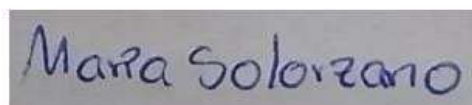
A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales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



---

**SINNEI AYLIN ZAMBRANO**

**131490722-9**



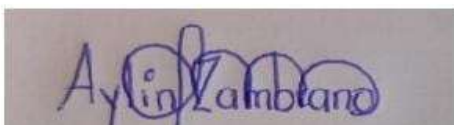
---

**MARÍA ELIZABETH SOLORZANO**

**131680768-2**

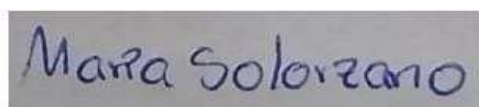
## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA**, con cédula de ciudadanía 131490722-9 y **MARÍA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**, con cédula de ciudadanía 131680768-2, 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 Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECAÑO EN TOSAGUA**, cuyo contenido, idea y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



**SINNEI AYLIN ZAMBRANO**

131490722-9



**MARÍA ELIZABETH SOLORZANO**

131680768-2

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA M. Sc**, certifica haber tutelado el trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN TOSAGUA**, que ha sido desarrollado por **SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA** y **MARÍA ELIZABERTH SOLORZANO PANTA**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA, M. Sc.**

**CC: 131195683-1**

**TUTOR**

## **CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN MSSA**

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA**, coordinador del Grupo de Investigación **Manejo Sostenible de Suelo y Agua**, certifico que las estudiantes, **SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA Y MARIA ELIZABETH SOLORZANO PANTA** realizaron su Trabajo de Integración Curricular **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN TOSAGUA**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrícola**. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del proyecto de investigación titulado **ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA POTENCIAR LA CONSERVACIÓN DEL SUELO Y LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA DE LADERA Y SECANO** en Manabí y registrado en la secretaria Nacional de Planificación con CUP 91880000.0000.386888.

---

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA, M. Sc.**

**COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN MSSA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrales del tribunal correspondientes, declaramos que hemos APROVADO el trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN Y GRANULADA EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) BAJO CONDICIONES DE SECANO EN TOSAGUA**, que ha sido desarrollado por **SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA Y MARIA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**, previo a 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.

---

**ING. GONZALO BOLÍVAR CONSTANTE  
TUBAY. Mg. Sc.**

**CC: 1304579988**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**ING. FREDDY WILBERTO  
MESÍAS GALLO. Mg. Sc.**

**CC: 1202028492**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. LEONARDO XAVIER  
LEÓN CASTRO. Ph.D.**

**CC: 0918676768**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

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

A Dios por haberme permitido alcanzar esta meta, por darme fuerza, sabiduría, inteligencia y conocimiento en este proceso de educación superior cumpliendo uno de mi sueño más anhelado.

A mi madre, por su trabajo, amor y apoyo incondicional tanto económico como emocional en todos estos años de formación profesional, gracias a ella he logrado cumplir muchas metas en especial esta. Gracias por darme la vida y enseñarme a vivirla día a día con fe y perseverancia.

A los docentes especialmente a mi madre protectora Ing. Sofia del Roció Velásquez por la ayuda que me brindo en el transcurso de la carrera y a mi tutor Ing. Galo Alexander Cedeño por la ayuda, paciencia, dedicación y por los conocimientos brindados que me ofreció durante la ejecución del proyecto de investigación.

A mi compañero Steven Leonel Domínguez Looor por haberme brindado su ayuda, tiempo, amistad y su buen trabajo e incluso estuvo pendiente en cada momento apoyándome con su habilidades, inteligencia y gracias por formar parte de este equipo.

Y de igual manera agradezco a mis hermanos, primos, compañeros y amigas que de una u otra manera aportaron un granito de arena en mi formación académica.

**SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación es principalmente para mi padre celestial quien es mi guía, protector y acompañante de mi día a día, por haberme permitido tener salud y vida en toda mi carrera profesional.

A mi madre Mercedita del Carmen Panta Intriago por ser la persona que me inculcó buenos sentimientos, hábitos, valores y por brindarme su apoyo emocional, psicológico y económico en todo momento de esta trayectoria estudiantil. A pesar de ser madre y padre para mi tuvo la valentía y el coraje de una mujer guerrera que nunca se rinde, sino que dice tenemos que ser fuerte y perseverante en esta vida nada llega fácil a la mano todo es sacrificado con esfuerzo. Y por ser ella mi principal motor y ejemplo para seguir adelante y gracias por esa palabra de aliento y por haber confiado en mi habilidades y destreza como cualquier ser humano suelen tener y de esta manera sea ella quien me vea convertida en toda una Ingeniera porque este triunfo no es mío, es de la dos.

A mis hermanos Yolanda, María y Johel por formar partes de este equipo quienes estuvieron ahí fortaleciéndome con sus sabias palabra de amor, cariño y por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento, en la cual hicieron de mí una mejor persona con sus consejos lleno de sabiduría, entendimiento y amor incondicional.

Y finalmente a Andrés Anchundia por estar siempre acompañándome y quien ha sido una fuente inagotable de apoyo, paciencia y animo en mi vida a lo largo de este arduo proceso, él ha estado ahí brindándome consejos valiosos y compartiendo momentos buenos y malos en mi vida académica y personal. También a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso para llegar a cumplir esta meta.

**SINNEI AYLIN ZAMBRANO PANTA**



## **AGRADECIMIENTO**

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

Gracias a Dios por haberme dado salud, también por bendecirme cada día de mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que más me quieren, por darme siempre la fuerza para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día en mi vida profesional.

A mis padres por ser los principales promotores de mi sueño, gracias a ellos por confiar y creer en mis expectativas, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme. Sin su apoyo incondicional en todos los ámbitos no hubiera podido llegar a donde estoy.

**MARIA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**

## **DEDICATORIA**

Se la dedico a Dios y a mis padres, que estuvieron arduamente en cada instante creyendo en mi capacidad de lograr cada proyecto que me propongo.

A mis hermanas, por tanto, apoyo por ser las mejores hermanas, gracias a su gran motivación para poder realizar este sueño y enseñarme que si se puede, aprendí a ella a ser paciente y tolerante.

**MARIA ELIZABETH SOLORZANO PANTA**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN MSSA .....	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
DEDICATORIA .....	x
CONTENIDO GENERAL .....	xi
CONTENIDO DE TABLA.....	xiv
CONTENIDO DE FIGURA.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. MANÍ EN EL ECUADOR.....	4
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.3. FENOLOGÍA DEL MANÍ.....	4
2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE MANÍ.....	6
2.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE MANI .....	6
2.5.1. Nitrógeno.....	6
2.5.2. Fósforo.....	7
2.5.3. Potasio .....	7
2.5.4. Calcio.....	7
2.5.6. Azufre .....	8
2.6. FERTILIZACIÓN EN MANI.....	8

2.6.1. FERTILIZACIÓN LIQUIDA.....	8
2.6.1.1. VENTAJAS .....	8
2.6.1.2. DESVENTAJAS .....	9
2.6.2. FERTILIZACIÓN GRANULADA.....	9
2.6.2.1. VENTAJAS .....	10
2.6.2.2. DESVENTAJAS .....	10
2.7. FORMA DE FERTILIZACIÓN .....	10
2.7.1. FERTILIZACIÓN LIQUIDA INYECTADA.....	11
2.7.2. FERTILIZACIÓN LIQUIDA EN DRENCH .....	11
2.7.3. FERTILIZACIÓN GRANULADA EN BANDA .....	11
2.7.4. FERTILIZACIÓN GRANULADA INCORPORADA .....	11
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>12</b>
3.1. UBICACIÓN .....	12
3.2. DURACIÓN .....	12
3.3. MATERIAL VEGETAL .....	12
3.4. TRATAMIENTOS .....	12
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	12
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	13
3.7. VARIABLES A MEDIR .....	13
3.7.1. MORFO-AGRONÓMICAS.....	13
3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO .....	13
3.7.3. EFICIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA FERTILIZACIÓN NPK .....	14
3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO DE BENEFICIO NETO.....	15
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	15
3.9.1. TRATAMIENTO DE SEMILLAS.....	15
3.9.2. SIEMBRA .....	15
3.9.3. CONTROL DE MALEZA.....	16
3.9.4. FERTILIZACIÓN .....	16
3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO .....	16
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>17</b>
4.3. EFICIENCIA AGRONÓMICA DE NITRÓGENO (EAN), FOSFORO (EAP) Y POTASIO (EAK). .....	19
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	23
5.2 RECOMENDACIONES.....	23

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	24
<b>ANEXOS</b> .....	29

## CONTENIDO DE TABLA

<b>Tabla 3.1</b> Esquema ADEVA.....	13
<b>Tabla 3.2.</b> Plan de fertilización establecido para tratamiento de fertilización. ....	16
<b>Tabla 4.1.</b> Efecto de varias tecnologías de fertilización sobre la longitud de ramas, número de ramas, vainas y granos por planta. Tosagua, Manabí.....	17
<b>Tabla 4.2.</b> Efecto de varias tecnologías de fertilización sobre el peso de 100 vainas, 100 granos y rendimiento de vainas y granos. Tosagua, Manabí. ....	18
<b>Tabla 4.3.</b> Rentabilidad económica de tratamientos de fertilización en maní. ....	22

## CONTENIDO DE FIGURA

<b>Figura 4.1.</b> Porcentaje de cáscara en función de tecnologías de fertilización ....	19
<b>Figura 4.2.</b> Eficiencia agronómica de nitrógeno en función de tecnologías de fertilización .....	19
<b>Figura 4.3.</b> Eficiencia agronómica de fósforo en función de tecnologías de fertilización .....	20
<b>Figura 4.4.</b> Eficiencia agronómica de potasio en función de tecnologías de fertilización .....	21

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida y granulada en el cultivo de maní bajo condiciones de secano. El experimento se desarrolló en la Comunidad El Viento del cantón Tosagua, Manabí. Los tratamientos evaluados fueron: Fertilización líquida inyectada (T1), fertilización líquida en drench superficial (T2), fertilización granulada en banda superficial (T3), fertilización granulada incorporada (T4), tratamientos testigo (T5). Las principales variables registradas fueron, rendimiento de granos (RG), eficiencia agronómica de NPK (EANPK) y la rentabilidad económica (RE). El RG Y EANPK fueron influenciadas significativamente ( $p < 0,05$ ), por los tratamientos fertilización evaluados. El mayor RG se alcanzó con los tratamientos T1 y T2, que lograron un rendimiento de 2105,50 y 2002,12 kg/ha-1. Así mismo la mayor EANPK fue lograda con los tratamientos T1 y T2. Del mismo modo, estos mismos tratamientos (T1 Y T2) alcanzaron las mayor RE con el 86 y 76%, respectivamente, lo cual indica que por cada dólar invertido se dio un retorno de 0,80 y 0,76 dólares. Se concluye que, bajo condiciones de secano, en la zona de Tosagua, es más conveniente y rentable realizar la fertilización líquida inyectada y drench superficial.

Palabras clave: *Arachis hypogaea* L, fertilización diluida, uso eficiente de nutrientes, productividad, rentabilidad.

## ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate the agronomic and economic effectiveness of liquid and granulated fertilization in peanut cultivation under rainfed conditions. The aim of the research was to evaluate the agronomic and economic effectiveness of liquid and granulated fertilization in peanut cultivation under rainfed conditions. The experiment was carried out in El Viento Community in Tosagua canton, Manabí. The treatments evaluated were: injected liquid fertilization (T1), liquid fertilization in superficial drench (T2), granulated fertilization in superficial band (T3), granulated fertilization buried (T4), control treatments (T5). The main variables recorded were grain yield (GY), NPK agronomic efficiency (AENPK) and economic profitability (EP). The GY and AENPK were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the fertilization treatments evaluated. The highest GY was reached with the T1 and T2 treatments, which achieved a yield of 2105.50 and 2002.12 kg/ha-1. Likewise, the highest AENPK was achieved with the T1 and T2 treatments. In the same way, these same treatments (T1 and T2) reached the highest EP with 86 and 76%, respectively, which indicates that for each dollar invested there was a return of 0.80 and 0.76 dollars. It is concluded that, under rainfed conditions, in the Tosagua area, it is more convenient and profitable to carry out injected liquid fertilization and superficial drenching.

Keywords: *Arachis hypogaea* L, diluted fertilization, efficient use of nutrients, productivity, profitability.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una de las especies agrícolas productora de aceites de gran importante a nivel mundial por su valor nutricional, ya que contribuye al desarrollo agroindustrial de países productores (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación [FAO], 2020). En Ecuador, existen alrededor de 6 681 ha sembradas a nivel nacional en el año 2021, de las cuales el 93 % corresponde a la región costa, las provincias con mayor superficie son Guayas, Manabí y Loja. El promedio de producción es de 6 892 t, lo que representa un promedio de 10 qq·ha<sup>-1</sup> (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], 2021).

En Manabí, en el 2020 las superficies sembradas de maní fueron de 2 665 hectáreas, tanto en monocultivo como asociados, con un promedio de producción de 1 236 t, INEC (2020), donde su producción principalmente es destinada al consumo directo, o a emprendimientos locales y un menor porcentaje para la industria de aceites comestibles y confites (Herrera et al., 2022).

Reportes oficiales en los últimos años, aseveran que se han venido presentado anomalías en las precipitaciones durante la época lluviosa, con periodos amplios de escasez de lluvia y afectaciones sobre la producción agrícola (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020). En Manabí, se ha visto afectada la producción al no contarse con la instalación permanente de sistemas de riego. La mayoría de los productores de maní siembran durante la época lluviosa; generalmente lo hacen bajo condiciones de ladera, que abaratan los costos de producción, siendo más asequibles para los productores de bajo recursos (Tejada, 2009).

Esta situación climática afecta la fertilización y la nutrición del cultivo, por la falta de humedad en el suelo, 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. Lo anteriormente descrito, limita el uso eficiente de los nutrientes, dada la importancia del agua como principal vehículo y solvente para las transformaciones, transporte y asimilación de los nutrientes para las plantas (Morris et al., 2018). En este contexto, la fertilización líquida localizada podría ser una alternativa para mejorar el uso eficiente de nutrientes y la nutrición del cultivo bajo condiciones de secano, razón por la cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la fertilización líquida y granulada incide en la efectividad agronómica y económica del cultivo de maní bajo condiciones de secano en el cantón Tosagua?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) han desarrollado tecnología para la producción de maní, ya que en Manabí los últimos años las lluvias han presentado un comportamiento errático con periodos de sequias en plena estación lluviosa, lo cual afecta la eficiencia de los fertilizantes granulados y la alimentación de la planta. Por lo cual, se hace sumamente importante buscar alternativas de fertilización competente que permitan ser más eficiente para la nutrición del cultivo bajo las limitantes ambientales previamente descritas.

Por lo tanto, esta investigación busca establecer alternativa sobre la efectividad de la fertilización líquida y granulada evaluada en investigaciones previas, podría potenciar la nutrición y rendimiento del cultivo, y de comprobarse lo anterior, permitiría desarrollar una tecnología de fertilización eficiente, con incrementos del rendimiento del cultivo y de ingresos económicos para productores de maní que practican agricultura de secano. Por lo anteriormente descrito, la investigación propuesta se justifica plenamente.

Con la ejecución de esta propuesta de investigación de la agenda 2030 se espera contribuir al cumplimiento de los objetivos de desarrollos sostenibles 2 (hambre cero) y 8 (trabajo decente y crecimiento económico), puesta que, al incrementar la productividad de un cultivo, se aumenta la capacidad de alimentos y los ingresos económicos de una familia dedicada a la agricultura (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida y granulada en el cultivo de maní bajo condiciones de secano en Tosagua.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la eficiencia agronómica de la fertilización líquida y granulada en maní bajo condiciones de secano.
- Comparar la eficacia de la fertilización líquida vs. la fertilización granulada sobre el rendimiento del maní bajo condiciones de secano.
- Estimar las ventajas económicas de la fertilización líquida y granulada en maní bajo condiciones de secano.

## **1.4. HIPÓTESIS**

La fertilización líquida y granulada incrementará la eficiencia agronómica y económica del maní bajo condiciones de secano.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. MANÍ EN EL ECUADOR**

En Ecuador, el cultivo de maní tiene una alta demanda para consumo interno y externo. Además, se siembran alrededor de 6 681 hectáreas, siendo las provincias de Manabí, Guayas y Loja donde se concentra la mayor producción nacional ya que los niveles productivos van desde 1,2 a 2,42 t·ha<sup>-1</sup> de acuerdo al material de siembra. Aún ante la demanda del cultivo de maní dentro de Ecuador, sus rendimientos son bajos, debido a una baja productividad que estaría asociada a factores como falta de germoplasma adaptados a condiciones donde la disponibilidad de los recursos tiende a ser una limitante, además del ataque de enfermedades (Valdivieso et al., 2021).

### **2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

Según Montero (2020), menciona la siguiente clasificación taxonómica del maní:

Reino:        Plantae

División:    Magnoliophytina

Clase:        Magnoliopsida

Orden:        Fabales

Familia:     Fabaceae

Género:      Arachis

Especies:    Hypogaea

Nombre Científico: *Arachis hypogaea* L.

### **2.3. FENOLOGÍA DEL MANÍ**

Según Moreira (2018), menciona que la planta de maní es de hábito de crecimiento indeterminado, por lo tanto, los estados vegetativo y reproductivo tienen un grado variable de superposición. La duración de las diferentes etapas se ve afectada por

la temperatura, el contenido de agua del suelo, fotoperíodo y genotipo. La fenológicas, se consideradas importantes, en la base para la ejecución de toda técnica agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la organización y programación de las desiguales actividades agrícolas a desarrollar la productividad y producción en los cultivos extensivo (Yzarra y López, 2012).

Boote (1982) clasifica de la siguiente manera las etapas del cultivo de maní:

**Estados vegetativos:** fundados en los números de nudos desplegados sobre el tallo primero de la planta, empezando con los nudo cotiledones desde cero. Un nudo es contado como desarrollado cuando los foliolos están totalmente expandidos. El estado VE o emergencia, tomado a nivel de cultivo, corresponde cuando el 50% de las plántulas tienen los cotiledones próximos a la superficie del suelo y es visible alguna parte de la plántula. Luego sigue el estado V0 que corresponde a la apertura de los cotiledones y seguidamente se observa el estado V1 dando lugar a la formación de la primera hoja tetra foliada. Finalmente, siguen apareciendo hojas hasta el estado vegetativo Vn (enésima hoja tetra foliada).

**Estados reproductivos:** basados en eventos visualmente observables relacionados a la floración, enclavado, crecimiento del fruto, crecimiento de la semilla y madurez.

**Estado R1:** comienzo de floración. Cuando el 50% de las plantas tienen o han tenido una flor abierta.

**Estado R2:** Comienzo de enclavado, cuando el 50% de las plantas tienen por lo menos un clavo alongado haya o no penetrado al suelo.

**Estado R3:** Comienzo de formación de vainas, cuando el 50% de las plantas tienen un clavo alongado con el extremo hinchado por lo menos el doble del diámetro del clavo.

**Estado R4:** Se logra este estado cuando el 50% de las plantas tiene la primera caja completamente expandida, es decir, ha llegado a su máximo tamaño.

**Estado R5:** Comienzo de llenado de semillas, cuando el 50% de las plantas tienen por lo menos un fruto, que, al ser seccionado por la mitad, se puede observar sin dificultad los cotiledones.

## **2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE MANÍ**

El maní es una planta de clima tropical que necesita calor y buena luminosidad desde la siembra hasta la cosecha. Es decir, que es bastante resistente a la sequía, pero necesita humedad durante la fase de plena floración y en la formación de frutos. Además, la falta de humedad en estas etapas puede reducir considerablemente los rendimientos. Sin embargo, el exceso de humedad en la época de madurez puede ocasionar la germinación de los granos, especialmente en los cultivares precoces cuyas semillas no tienen latencia, además las vainas pueden desprenderse o se producen pudriciones (Mendoza et al., 2005). Además, estos autores señalan los siguientes requerimientos climáticos de esta oleaginosa:

- La altitud para cosechar maní es de 350 a 1300 msnm.
- La temperatura ideal es de 25 a 30 °C.
- La humedad relativa aconsejable es de 70%.
- Es importante que la precipitación que necesita el cultivo de maní es de 400 a 600 mm.
- Se siembra en tipo de suelo franco o franco limosos, profundos con buen drenaje y que esté libre de sales.
- El ph óptimo del suelo es de 6,2 a 7,5.

## **2.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE MANI**

El cultivo de maní es un cultivo el cual obtiene nitrógeno del proceso de fijación simbiótica; otros nutrientes como fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y elementos menores, podrían incluirse en un plan de fertilización si los resultados del análisis químico del suelo muestran problemas de disponibilidad (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria [INIAP], 2014).

### **2.5.1. Nitrógeno**

El N es el elemento más absorbido por las plantas, forma parte de la clorofila, siendo fundamental en el proceso fotosintético y está presente en los aminoácidos que

actúan en la síntesis de proteínas estructurales y funcionales. Aproximadamente, el 80% del N que se transloca a los granos se absorbe en los estadios finales del desarrollo de la planta. No se han encontrado respuestas consistentes para N en estudios de fertilización, lo cual se puede deber a que las raíces del maní poseen buena capacidad de nodulación y sinergia con una amplia gama de rizobios tropicales fijadores de N (Ferrari et al., 2012).

### **2.5.2. Fósforo**

Para el maní, la máxima disponibilidad de P se produce a pH cercano a 6,5. Este nutriente debe ser aplicado cerca de los ginóforos para facilitar la absorción por parte de las vainas, siendo exigente en este elemento hasta la etapa de maduración, dado que la mayor parte del P absorbido se acumula en la semilla, en la cual se ha verificado que la producción de aceite y proteína en los granos del maní no se ve influenciada por la fertilización fosfatada (Kamara et al., 2011).

### **2.5.3. Potasio**

El K es el segundo nutrimento más requerido por el cultivo del maní. A nivel fisiológico se comporta como un catalizador de varios procesos enzimáticos, es transportado desde los tejidos más viejos de las hojas a los más jóvenes. Es muy frecuente que presente síntomas de deficiencia temporales en la fase de floración y desarrollo del ginóforo, que son etapas donde la demanda nutricional se acelera significativamente (Hosseinzadeh et al., 2012).

### **2.5.4. Calcio**

El Ca el tercer elemento más absorbido por la planta, de vital importancia para el desarrollo de las raíces y está estrechamente relacionado con el rendimiento y calidad de vainas y granos. Durante la etapa de fructificación la demanda de Ca es alta, dado que este elemento es absorbido también por los ginóforos y cáscara de las vainas. La falta de Ca en la solución del suelo disminuye el cuajado de frutos y el número de ginóforos fértiles, lo que ocasiona la presencia de vainas huecas sin granos (Kamara et al., 2011).

### **2.5.6. Azufre**

El S es el elemento absorbido en menor cantidad por el cultivo de maní, sin embargo, es clave para producir proteínas, aceites y compuestos aromáticos, así como para garantizar la calidad. La deficiencia de S ha sido frecuentemente observada debido a una serie de razones como aumento de la eliminación de S por el cultivo, variedades de cultivo de alto rendimiento que responden a fertilizantes, mayor intensidad de cultivo y uso extensivo de fertilizantes sin S (Banu et al., 2017).

## **2.6. FERTILIZACIÓN EN MANI**

Según Pedelini (2008), mencionan que el maní responde en forma errática a la aplicación directa de fertilizantes que contengan nitrógeno, fósforo y potasio. Es más seguro fertilizar adecuadamente el cultivo de maní, los cuales incrementan la producción y la fertilización residual será aprovechada por el maní.

### **2.6.1. FERTILIZACIÓN LIQUIDA**

La fertilización líquida que hace referencia a la aplicación diluida de los fertilizantes, se perfila como una técnica eficiente de nutrición en agricultura de secano. En este contexto, Martínez et al. (2016) reportaron que la fertilización orgánica líquida resultó en una mayor absorción de macro y micronutrientes en cultivos de ciclo corto, en comparación a los fertilizados con minerales granulados. Resultados obtenidos por Drazic et al. (2020), demostraron que la técnica de aplicación de fertilizante de arranque líquido resultó en ahorros de fertilizante en un 30% sin reducir el rendimiento del cultivo. De acuerdo a lo expuesto por Bogusz et al. (2021) la aplicación de fertilizantes en forma líquida asegura una mejor disponibilidad y uso eficiente de nutrientes, especialmente en períodos de sequía, en comparación a los fertilizantes granulados.

#### **2.6.1.1. VENTAJAS**

A continuación, se describen algunas ventajas de la fertilización líquida, señalados por Sembralia (2021).



- Facilidad de manejo y aplicación (una vez configurado).
- Facilidad de mezcla.
- Uniformidad de aplicación.
- Mejor disponibilidad de nutrientes ya que se encuentran disueltos.
- Mayor homogeneidad de los nutrientes.
- Rápido proceso de absorción.
- Reducción de pérdidas por lixiviación y evaporación.
- Es viable crear una fórmula personalizada según las necesidades del cultivo y/o estado vegetativo.
- Reduce la salinidad del suelo

#### **2.6.1.2. DESVENTAJAS**

En lo relacionados a las desventajas de la fertilización líquida, Agroferta (2023) lo sintetiza de la siguiente manera:

- Pueden ser costosos en comparación con otros tipos de fertilizantes.
- También pueden ser fácilmente lixiviados del suelo, lo que significa que no son una fuente sostenible de nutrientes a largo plazo.

#### **2.6.2. FERTILIZACIÓN GRANULADA**

La fertilización granulada son aquellas partículas sólidas que están recubiertas con un polímero o resina que restringe la cantidad de contacto con la humedad y cumple la función de disolver las partículas de fertilizante para liberarlas gradualmente con el tiempo, por esta razón contienen una alta proporción de fósforo de disponibilidad inmediata. Ya que tienen una acción lenta, porque los nutrientes se tienen que ir liberando a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces y tienen el inconveniente de ser menos balanceados en su mezcla nutricional que los fertilizantes químicos (González, 2007).

### **2.6.2.1. VENTAJAS**

En lo que respecta a las ventajas de la fertilización granulada, PlantasMed (2020) lo sustenta en los siguientes puntos.

- Mejorar la estructura y la vida del suelo.
- Efecto natural a largo plazo.
- Uso de recursos renovables.
- Más eficiente para aplicaciones pesadas antes de la planta.
- Opciones de liberación lenta (urea recubierta de polímero).

### **2.6.2.2. DESVENTAJAS**

El uso excesivo de fertilizantes en fuentes granuladas o de origen sintético tiene un efecto negativo en los suelos y aguas subterráneas, contaminando sistemas acuáticos y de pozos de agua, usados para consumo humano y riego; también las pérdidas gaseosas como volatilización y desnitrificación contribuyen a la contaminación ya que los suelos dedicados a la agricultura emiten una gran cantidad de óxidos de nitrato (NO<sub>x</sub>) en la atmósfera, gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global actual (MYCSA, 2021).

## **2.7. FORMA DE FERTILIZACIÓN**

La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular puede ser fácilmente analizada agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos consecuentemente ya que, los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. En la cual los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (FAO, 2002).

Todo cultivo extrae una cantidad de nutrientes del suelo que tiene que reponerse o poner a disposición de las plantas, para asegurar una buena producción. En la cual los fertilizantes se aplican de diferentes maneras en banda, incorporada, inyectada y drench (Maicelo, 2020).

### **2.7.1. FERTILIZACIÓN LIQUIDA INYECTADA**

Una vez que se conoce, la cantidad de agua limpia y la cantidad de fertilizantes que hay que disolver en cada tinaco, se realiza un procedimiento similar de preparación de fertilizantes igual que cuando se hace una solución nutritiva estándar. Debido a que 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 (Cedillo y Ávila, 2019).

### **2.7.2. FERTILIZACIÓN LIQUIDA EN DRENCH**

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. Además, 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 (Domínguez y Moreira, 2022).

### **2.7.3. FERTILIZACIÓN GRANULADA EN BANDA**

La aplicación en bandas o hileras se refiere a la aplicación de un sustrato o fertilizante que se realiza de forma localizada (poniendo el mismo únicamente en lugares seleccionados en la parcela de cultivo superficialmente) ya que este proceso puede ser realizado a mano o por medio de equipos mecánicos especiales de siembra que incorporan en su estructura los equipos propios para la aplicación de fertilizante (González, 2007).

### **2.7.4. FERTILIZACIÓN GRANULADA INCORPORADA**

La fertilización incorporada es una labor que gracias a sus beneficios económicos y productivos cada vez se está extendiendo más entre los agricultores y técnicos especializados. Consiste técnicamente en situar el fertilizante en la misma línea de siembra, depositando en un hoyo (Cedillo y Ávila, 2019).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se desarrolló durante la temporada lluviosa en la comunidad El Viento correspondiente al cantón Tosagua, provincia Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas: Latitud: 0°47'52" Sur, Longitud: 80°19'14" Oeste y la Altitud: 130 msnm1.

### **3.2. DURACIÓN**

Esta investigación tuvo una duración de 16 semanas de ejecución a partir del mes de enero a mayo del 2023.

### **3.3. MATERIAL VEGETAL**

Se utilizó la variedad de maní INIAP-380 (Tarapoto).

### **3.4. TRATAMIENTOS**

**T1:** Liquida en drench superficial

**T2:** Liquida inyectada al suelo

**T3:** Granulada en banda superficial

**T4:** Granulada incorporada al suelo

**T5:** Testigo (parcela con omisión nutrientes).

### **3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos, cinco repeticiones y 25 unidades experimentales.

### 3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se conformó de parcelas de 9m<sup>2</sup>, donde las plantas serán establecidas a 0,50 m entre hileras y 0.20 m entre planta, dos semillas por sitio con una densidad de 200. 000 planta ha<sup>-1</sup>, que es la densidad recomendada por el INIAP.

**Tabla 3.1** Esquema ADEVA

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamientos	4
Bloques	4
Error	16
Total	24

### 3.7. VARIABLES A MEDIR

#### 3.7.1. MORFO-AGRONÓMICAS

**Longitud de planta (cm):** Para esta variable se eligieron 3 plantas al alzar por tratamientos dentro de la parcela útil, donde se midió desde la base del tallo hasta la hoja bandera.

**Numero de ramas (NR):** Se evaluaron 3 plantas al alzar por tratamientos dentro de la parcela útil, en la cual se contabilizo manualmente las ramas.

#### 3.7.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

**Número de vainas por plantas:** Se seleccionó 3 plantas al alzar por tratamientos dentro de la parcela útil, en la cual se contabilizo las vainas manualmente.

**Número de granos por plantas (g):** Esta variable se estableció al escoger 3 plantas al alzar por tratamientos dentro de la parcela útil, posteriormente se desgranó las vainas y se contabilizó manualmente.

**Peso de granos por plantas (g):** El peso se registró de 3 plantas al alzar por tratamiento dentro de la parcela útil, a continuación, se desgranó las vainas y se tomó el peso en la balanza gramera.

**Peso de 100 vainas/parcela (g):** Se apartaron 100 vainas al alzar por tratamientos dentro de la parcela útil y se registró el peso utilizando una balanza gramera.

**Peso de cascara de 100 vainas/parcela (g):** Para obtener el peso, escogimos 100 vainas al azar por tratamientos dentro de la parcela útil, se desgranó y registró el peso de la cascara en la balanza gramera.

**Peso de granos de 100 vainas/parcela (g):** Recolectamos 100 vainas al azar por tratamientos dentro de la parcela útil, se desgranó y registró el peso de granos de las 100 vainas en la balanza gramera.

**Rendimiento de vainas (kg·ha<sup>-1</sup>):** Se realizó por el peso de las vainas provenientes de la parcela útil, ajustada a 8% de humedad y transformados a Kg·ha<sup>-1</sup>. Para uniformar el peso se empleó la siguiente formula según (IPNI (2012):

$$PU(14\%) = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

Donde:

PU: Peso uniformizado (kg)

Pa: Peso actual (kg)

Ha: Humedad actual (%)

Hd: Humedad deseada (14%)

Para expresar el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> se utilizará la formula siguiente:

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

### 3.7.3. EFICIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA FERTILIZACIÓN NPK

Las eficiencias agronómicas (EA) de NPK serán estimas con las ecuaciones [1, 2, 3] indicas por el 4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition IPNI (2012).

[1]

$$EA_N = \frac{\text{Rendimiento de granos con fertilización} - \text{Rendimiento de grano sin fertilización}}{\text{Dosis de N aplicado (80 kg·ha}^{-1}\text{)}}$$

[2]

$$EA_P = \frac{\text{Rendimiento de granos con fertilización} - \text{Rendimiento de granos sin fertilización}}{\text{Dosis de P aplicado (24 kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{)}}$$

[3]

$$EA_K = \frac{\text{Rendimiento de granos con fertilización} - \text{Rendimiento de granos sin fertilización}}{\text{Dosis de K aplicado (40 kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{)}}$$

### 3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO DE BENEFICIO NETO

El análisis económico se hizo a través de la estimación del beneficio neto de los tratamientos propuestos. Para esto se estimó los costos que varían por tratamiento (CqV), los que estarán en función del costo de la fertilización, aplicaciones, costo unitario de insumos (U\$\$ kg<sup>-1</sup> o L<sup>-1</sup>) 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 (qq·ha<sup>-1</sup>) y precio unitario de venta (U\$\$ qq<sup>-1</sup>) se calculará los ingresos brutos. Con base en la diferencia entre los rendimientos de cada tratamiento y el testigo se estimará el efecto de la aplicación de fertilización. Con los datos de costos e ingresos se calculará los beneficios netos (Duicela y Ponce, 2015).

### 3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.9.1. TRATAMIENTO DE SEMILLAS

Las semillas fueron tratadas con la mezcla insecticida a base de thiametoxan en dosis de 3 cc. + thiodicarb en dosis de 15 cc. por kg de semillas, esto con la finalidad de proteger las plántulas durante la emergencia, particularmente de insectos chupadores y cortadores.

#### 3.9.2. SIEMBRA

La siembra se desarrolló de forma manual a una distancia de 0,50 cm entre hileras y a 0,20 cm entre plantas, donde se colocó dos semillas por sitios con una densidad de 200.000 plantas, en la cual se utilizó la variedad de maní del INIAP-380 (Tarapoto).

### 3.9.3. CONTROL DE MALEZA

Para el control de malezas en pre-emergencia se utilizó las mezclas de Pendimentalin en dosis de  $2,5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  + Linuron  $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Para el control post-emergente de malezas se utilizó los herbicidas haloxifop  $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  + Imazathapyr  $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  para el manejo de las arvenses de hoja angosta y anchas, respectivamente.

### 3.9.4. FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y demanda nutricional del cultivo. En este sentido, en función de la información previa reportada por el Departamento de suelos del INIAP relacionados a análisis químico de suelos de la provincia de Manabí, se conoce que la mayoría de suelos en zonas maiceras, 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 la tabla 1, el plan de fertilización líquida y granulada respectivamente.

**Tabla 3.2.** Plan de fertilización establecido para tratamiento de fertilización.

Fuentes	Cantidad de fertilizantes ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	S	MgO
Yaramilla complex	220	26	24	40	18	6
Urea	118	54				
Total, dosis de fertilización en $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$		80	24	40	18	6

La fertilización se llevó a cabo a los 15, 30, y 45 días después de la siembra.

### 3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO

Se ejecutaron 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. EFICIENCIA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA Y GRANULADA EN MANÍ BAJO CONDICIONES DE SECANO.

La longitud de rama y número de rama por planta, no fueron influenciadas significativamente ( $p>0.05$ ) por los tratamientos de fertilización evaluados, mientras que el número de vainas y granos por planta si fueron afectadas de manera significativa ( $p<0.05$ ) por los tratamientos probados, donde la fertilización líquida y incorporada al suelo lograron los mayores promedios de vainas y granos por planta, en comparación con la fertilización granulada en banda superficial y el tratamiento testigo (**Tabla 4.1**).

**Tabla 4.1.** Efecto de cuatro tecnologías de fertilización sobre la longitud de ramas, número de ramas, vainas y granos por planta. Tosagua, Manabí.

Tratamientos	Longitud de rama (cm)	Nº de ramas	Nº de vainas por planta	Nº de granos por planta
T2. Líquida inyectada	73,73	5,64	24,18 a	72,53 a
T1. Líquida en drench	75,74	5,90	24,78 a	74,35 a
T4. Granulada incorporada al suelo	72,13	5,63	23,64 a	70,92 a
T3. Granulada en banda superficial	74,40	5,10	22,31 ab	66,93 ab
T5. Testigo	70,29	5,23	18,55 b	55,62 b
p-valor ANOVA	0,5901	0,1767	0,0025	0,0027
C.V. %	7,51	9,89	9,57	9,51

Estos resultados difieren a los reportados por Steuslof et al. (2019), quienes lograron mayor crecimiento de las plantas cuando recibió la fertilización con fuentes líquidas, en comparación a la fertilización convencional. Mientras los obtenidos por Herawati et al. (2019), coinciden con los resultados de la presente, donde el tratamiento con superfertilizante orgánico líquido no tuvo un efecto significativamente diferente en las variables observadas en el componente de crecimiento de las plantas de maní, pero tuvo un efecto significativamente diferente en el componente de producción, el número de vainas por muestra y el peso de 100 semillas (g).

#### 4.2. EFICACIA DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA VS LA FERTILIZACIÓN GRANULADA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL MANÍ.

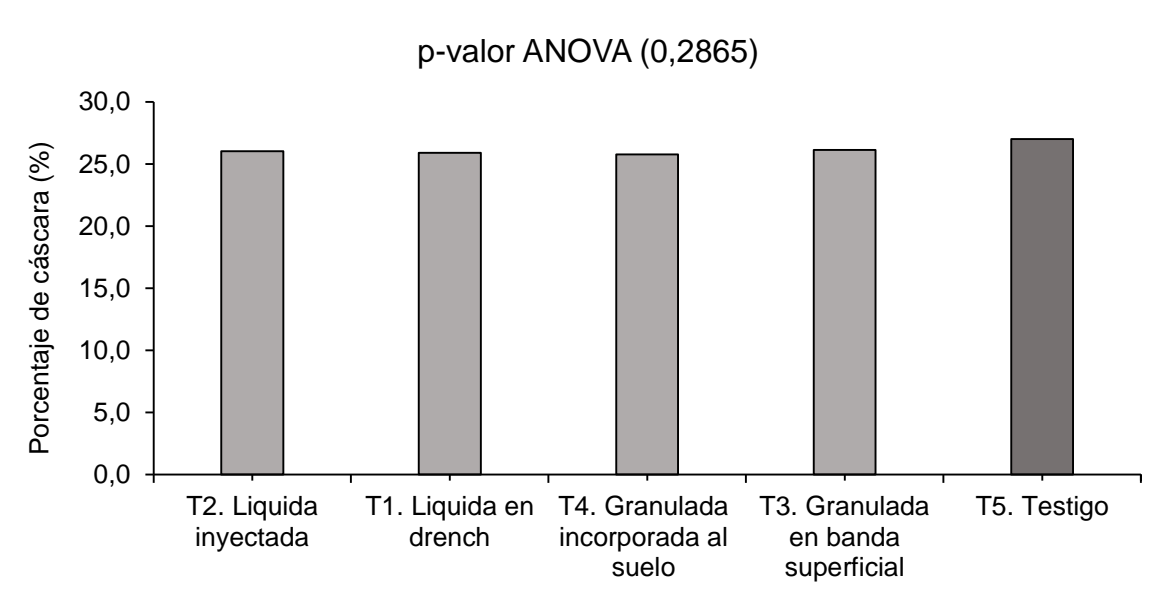
Las variables del componente del rendimiento fueron significativamente afectadas ( $p < 0.05$ ) por los tratamientos de fertilización evaluados, donde las fertilizaciones líquidas y enterradas incrementaron en mayor medida el peso de 100 vainas, el peso de 100 granos y el rendimiento de vainas y granos por hectáreas, en comparación al tratamiento de fertilización de banda superficial y el tratamiento testigo, con menor productividad de vainas y granos (**Tabla 4.2**).

**Tabla 4.2.** Efecto de cuatros tecnologías de fertilización sobre los componentes de rendimiento. Tosagua, Manabí.

Tratamientos	Peso de 100 vainas (g)	Peso de 100 granos (g)	Rendimiento de vainas (kg/ha)	Rendimiento de granos (kg/ha)
T2. Líquida Inyectada	184,81 ab	62,68 a	2849,33 a	2105,50 a
T1. Líquida en drench	186,17 a	63,81 a	2702,65 ab	2003,12 ab
T4. Granulada incorporada al suelo	184,56 ab	64,17 a	2674,67 ab	1985,34 ab
T3. Granulada en banda superficial	178,69 ab	58,13 ab	2329,33 bc	1721,90 bc
T5. Testigo	161,73 b	45,04 b	2049,31 c	1494,46 c
p-valor ANOVA	0,0339	0,0192	0,0008	0,0004
C.V. %	6,88	15,27	10,01	9,66

Los resultados concuerdan con los reportados por Alfandi et al. (2019), quienes señalan mayor efecto del fertilizante orgánico líquido sobre, el peso de vainas frescas y secas por parcela, el peso de 100 granos de frijoles secos. Así mismo, los resultados encontrados por Awadalla y Abbas (2017), concuerdan a los hallados en este estudio, donde los componentes de rendimiento fueron favorecidos por la fertilización líquida y enterrada.

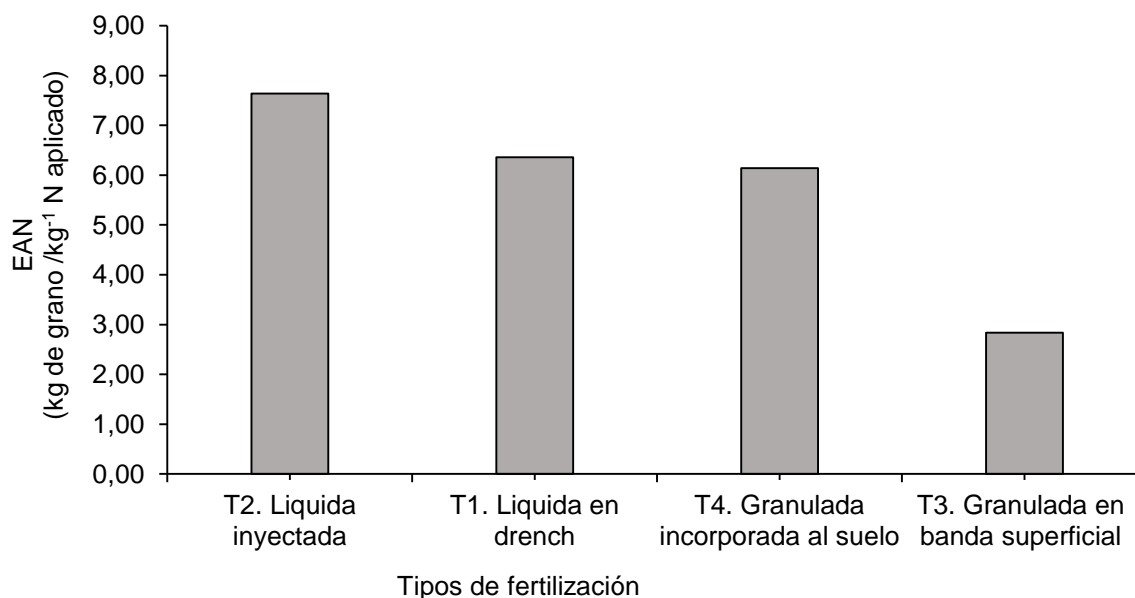
El porcentaje de cascara no fue influenciado de manera significativa ( $p > 0.05$ ) por los tratamientos de fertilización probados. Sin embargo, en la figura 4.1, se aprecia que el tratamiento testigo tiende a mostrar el mayor porcentaje de cascara con relación a los granos, lo cual podría significar que la fertilización favorece un mayor llenado de granos con relación a la producción de cascara (**Figura 4.1**).



**Figura 4.1.** Porcentaje de cáscara en función de tecnologías de fertilización

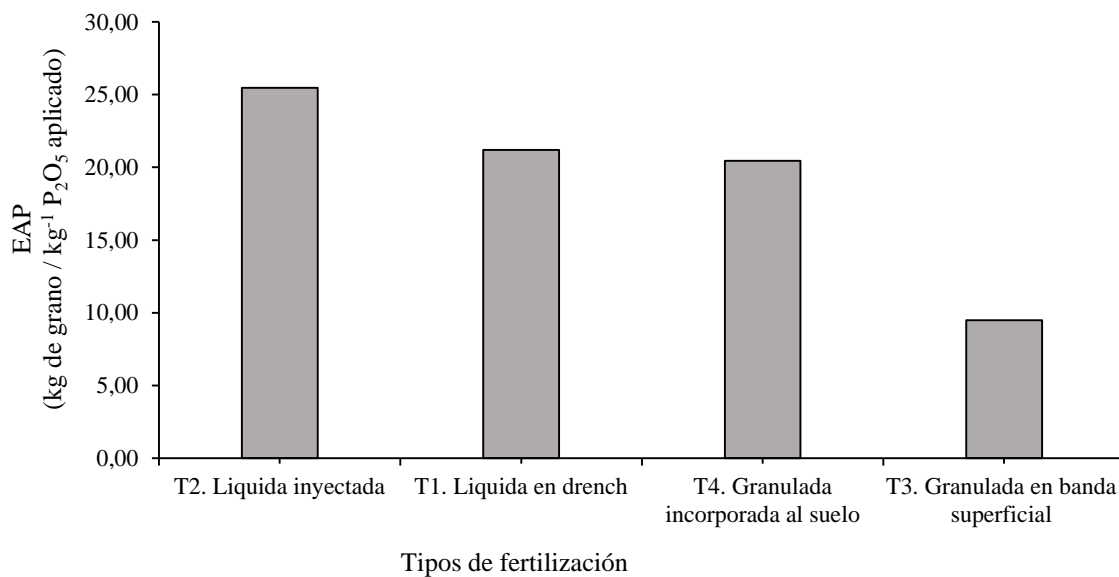
#### 4.3. EFICIENCIA AGRONÓMICA DE NITRÓGENO (EAN), FOSFORO (EAP) Y POTASIO (EAK).

La figura 4.2, muestra que los tratamientos de fertilización líquida inyectada, líquida en drench y granulada incorporada al suelo lograron la mayor eficiencia agronómica del nitrógeno con 7.64, 6.36 y 6.14 kg de grano por kg de Nitrógeno aplicado, en comparación a la fertilización granulada de banda superficial que logro la menor eficiencia agronómica de Nitrógeno.



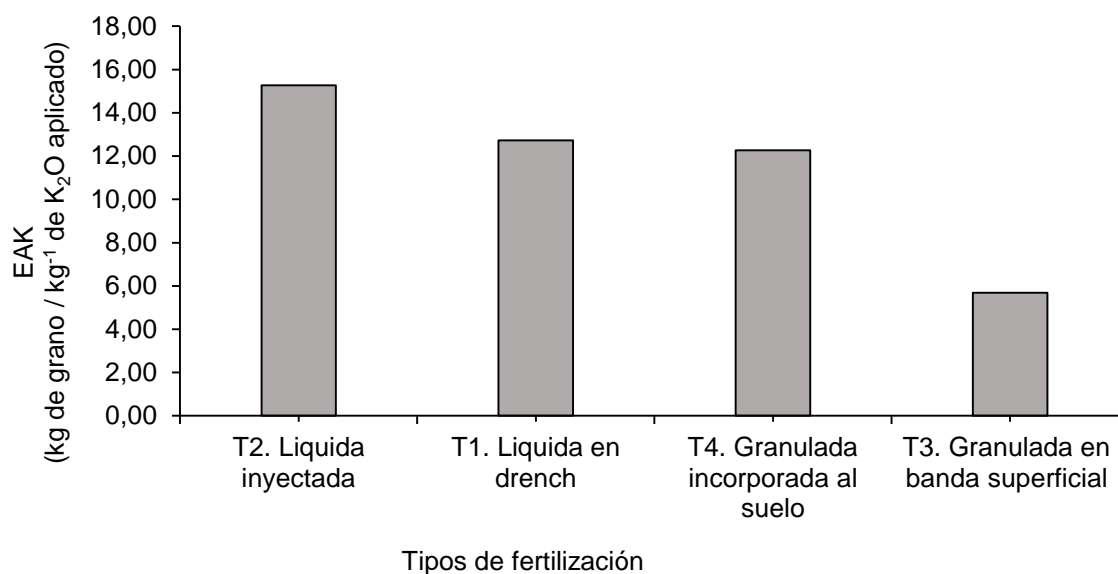
**Figura 4.2.** Eficiencia agronómica de nitrógeno en función de tecnologías de fertilización

La **figura 4.3**, evidencia que los tratamientos de fertilización líquida inyectada, líquida en drench y granulada incorporada al suelo lograron la mayor eficiencia agronómica del fósforo con 25.46, 21.20 y 20.45 kg de grano por kg de fósforo aplicado, en comparación a la fertilización granulada de banda superficial que logro la menor eficiencia agronómica de fósforo con 9.48 Kg de granos por Kg de fósforo aplicado.



**Figura 4.3.** Eficiencia agronómica de fósforo en función de tecnologías de fertilización

De acuerdo a la **figura 4.4**, se observa que los tratamientos de fertilización líquida inyectada, líquida en drench y granulada incorporada al suelo tienden a producir una mayor eficiencia agronómica del potasio con 15.27, 12.72 y 12.27 kg de grano por kg de potasio aplicado, en comparación a la fertilización granulada de banda superficial que logro la menor eficiencia agronómica de potasio con 9.48 Kg de granos por Kg de potasio aplicado.



**Figura 4.4.** Eficiencia agronómica de potasio en función de tecnologías de fertilización

Los resultados obtenidos en cuanto a la fertilización líquida, coinciden a los expuestos por Bogusz et al. (2021), quienes describen que esta técnica, asegura una mejor disponibilidad de los nutrientes, especialmente en períodos de sequía, y la concentración de los ingredientes es comparable a la de los fertilizantes sólidos.

#### **4.4. VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA FERTILIZACIÓN LÍQUIDA Y GRANULADA EN MANÍ BAJO CONDICIONES DE SECANO.**

En la **tabla 4.3**, se describe detalladamente el análisis de rentabilidad económica de los tratamientos de fertilización evaluados, donde la fertilización líquida inyectada y en drench lograron la mayor rentabilidad del maní, con relación a los demás tratamientos. Lo anterior indica que, bajo condiciones de secano, donde la humedad del suelo puede estar limitada por la falta de lluvia, la fertilización líquida puede ser más conveniente. En este sentido Bogusz et al. (2021) mencionan que los costos de producción son menores, lo que está relacionado con la simplificación del proceso tecnológico y la posibilidad de utilizar materias primas más económicas.

**Tabla 4.3.** Rentabilidad económica de tratamientos de fertilización en maní.

Tratamiento	Ren (qq/ha)	PV (USD /qq)	IT = PV*Re n	CT = CF+CV	IN = IT-CT	RBC = IN/CT	Rentabilid ad (%) = RBC*100
Localidad de Tosagua							
T2. Liquida inyectada	46,32	80	3705,60	2064,16	1641,44	0,80	80
T1. Liquida en drench	44,07	80	3525,60	2003,04	1522,56	0,76	76
T4. Granulada incorporada al suelo	43,68	80	3494,40	2212,84	1281,56	0,58	58
T3. Granulada en banda superficial	37,88	80	3030,40	1999,94	1030,46	0,52	52
T5. Testigo	32,88	80	2630,40	1569,44	1060,96	0,68	68

Ren = rendimiento; PV = precio de venta, IT = ingresos totales; CT = Costos totales, CF = costos fijos; CV = costos variables; IN = ingresos netos; RBC = relación beneficio-costos.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

- La eficiencia agronómica de los fertilizantes N-P-K, solamente se potencializó cuando se aplicó en forma líquida.
- La fertilización líquida sea inyectada o en drench superficial fueron más efectivas para incrementar el rendimiento del cultivo bajo condiciones de secano, con relación a la fertilización granulada convencional aplicada en banda superficial e incorporada.
- La fertilización líquida inyectada y en drench superficial alcanzaron la mayor rentabilidad económica con el 86 y 76%, respectivamente, lo cual indica que por cada dólar invertido se dio un retorno de 0,80 y 0,76 dólares que, bajo condiciones de secano, en la zona de Tosagua, es más conveniente y rentable realizar la fertilización líquida.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Bajo condiciones de secano donde las precipitaciones pueden ser erráticas y se pueden presentar periodos donde se afecta la humedad superficial del suelo, se recomienda la fertilización líquida sea inyectada o en drench superficial, dada su mayor potencial de disponibilidad y asimilación de nutrientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Awadalla, A., y Tabbas, M. (2017). Rendimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) y sus componentes afectados por N-fertilización e inoculación de diazotófos en Tsuelo del desierto de oshka-SurVcallejón-Egipto. *Environ Risk Assess Remediat*, 1. <http://www.alliedacademies.org/evaluación-y-remediación-del-riesgo-ambienta>.
- Alfandi, S., Wahyuni, W., y Nisa, W. (2019). Efecto del Inóculo de Rhizobium y Fertilizante Orgánico Líquido sobre el Crecimiento y Rendimiento de Maní (*Arachis Hypogaea* L.) CV. Takar-2. *Earth and Environmental Science*, 1(1), 10-20.
- Agroferta. (2023, abril 22). Ventajas y desventajas de los fertilizantes organicos. Blog - Productividad Agropecuaria. <https://agrofertas.co/ventajas-y-desventajas-de-los-fertilizantes-organicos/>.
- Banu, R., Shroff., J. y Shah., S. 2017. Efecto de las fuentes y niveles de azufre y biofertilizante en el crecimiento, rendimiento y calidad del maní de verano. *Revista Internacional de Ciencias Agrícolas* 13 (1): 67 - 70.
- Bogusz, P., Rusek, P., y Brodowska, M. 2021. Suspension Fertilizers: How t o Reconcile Sustainable Fertilization and Environmental Protection. *Agriculture* 11, 1008. [Doi.org/10.3390/agriculture11101008](https://doi.org/10.3390/agriculture11101008).
- Boote, K. 1982. Etapas de crecimiento del maní (*Arachis Hypogaea* L.). *Peanut Science* 9: 35 - 40
- Cedillo, E y Ávila, A. (2019). *Manual de manejo del riego por goteo, fertilización, calculo de soluciones nutritivas y preparación de soluciones madre e inyeccion de fertilizantes*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México "UNAM").
- CEPAL, (la Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.



<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>

- Dominguez, M. y Moreira, M. (2022). *EFectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano en el sitio el limón del Cantón Bolívar*. (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "ESPAM").
- Drazic, M., Gligorevic, K., Pajic, M., Zlatanovic, I., Spalevic, V., Sestras, P., Skataric, G. y Dudic, B. 2020. The Influence of the Application Technique and Amount of Liquid Starter Fertilizer on Corn Yield. *Agriculture* 10(347): 1 – 13. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080347>.
- 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.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2002). Los fertilizantes y sus usos. Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes (IFA). <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2020). Perspectivas por sectores principales. <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s08.htm#TopOfPage>.
- Ferrari, J., Martínez, E., Cremona, M., y Mazzarino, M. (2012). Determinación de nitrógeno inorgánico y fosfatos a distintas profundidades de suelo bajo pilas de abonos. *Asociación Argentina ciencia del suelo*, 30(2). [https://www.suelos.org.ar/publicaciones/pdfs/vol\\_30n2/Vol\\_30\\_2\\_art\\_9.pdf](https://www.suelos.org.ar/publicaciones/pdfs/vol_30n2/Vol_30_2_art_9.pdf).
- Gonzalez, C. (2007). El uso de fertilizantes líquidos para el fertirriego. *Centro de investigación en química aplicada, CIQA*. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/356/1/Crispin%20Gonzalez%20Argandar.pdf>.
- Herawati, A., Limbongan, A. y Wahida, W. (2019). El efecto de la dosis de fertilizante orgánico líquido sobre el crecimiento y la producción de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *AGRICOLA* , 8 (2), 84-91.

- Herrera, M., Cevallos, X., Lucas, P., Sornoza, C., Montes, C., y González, O. (2022). Propiedades físico-mecánicas del maní (*Arachis Hypogaea* L.) para el diseño de superficies planas de clasificación. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(2), 1 - 8.
- Hosseinzadeh, A; Safarzadeh, M. y Hadi, M. 2012. Efecto de la aplicación de potasio y calcio sobre el rendimiento, los componentes de rendimiento y las características cualitativas del maní (*Arachis hypogaea* L.) en la provincia de Guilan, Irán. *World Applied Sciences Journal* 16 (4): 540-546.
- INIAP, (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria). (2014). Boletín del cultivo de mani. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/molea/rmani>.
- INEC, (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2020). Boletín de la *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC 2020*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/Publicaciones-espac/%C3%8Dndice%20de%20publicaci%C3%B3n%20ESPAC%202020.xlsx](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/Publicaciones-espac/%C3%8Dndice%20de%20publicaci%C3%B3n%20ESPAC%202020.xlsx)
- INEC, (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2021). *Boletín de Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC 2021*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- IPNI, 2012. 4R Plant Nutrition Manual: A Manual for Improving the Management of Plant Nutrition, Metric Version. (T.W. Bruulsema, P.E. Fixen, G.D. Sulewski, Eds.). *International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA, USA*.
- Kamara, G., Olympio, N., y Asibuo., J. (2011). Efecto del calcio y fertilizante de fósforo sobre el crecimiento y el rendimiento del maní (*Arachis*) *hypogaea* L.). *En t. Res.J. Agric. Sci. Sci. Del suelo* 1 (8): 326-33.
- MAG, (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2020). *Boletín de Agroquímicos y Fertilizantes*. Sistema de Información Pública Agropecuaria – SIPA. Quito, Ecuador. [http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/agroquimicos/2020/boletin\\_](http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/nacionales/agroquimicos/2020/boletin_)

agroquimicos\_2020.pdf

- Maicelo, J. (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. *Boletín del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA*.
- Martínez, B., Martínez, M., Bermejo, A., Legaz, F., y Quiñones, A. 2016. Liquid Organic Fertilizers for Sustainable Agriculture: Nutrient Uptake of Organic versus Mineral Fertilizers in Citrus Trees. *PLoS ONE* 11 (10): e0161619. Doi:10.1371/journal.pone.0161619.
- Mendoza, H., Linzan, L., y Guaman, R. (2005). Boletín de tecnología de manejo y usos en el cultivo de mani. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP).  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1995/1/iniaplsbd315.pdf>.
- MYCSA. (2021, abril 29). La problemática de los fertilizantes sintéticos. Newsletter Blog. <https://mycsainc.com/newsletter/blog/2021/04/29/la-problematika-de-los-fertilizantes-sinteticos-fertilizantes-organicos-y-biofertilizantes-como-alternativa/#:~:text=El%20uso%20excesivo%20de%20fertilizantes,y%20desnitrificaci%C3%B3n%20contribuyen%20a%20la>.
- Montero, J. (2020). Importancia nutricional y económica del maní. *Revista de investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 122-125. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182020000200014](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200014).
- Moreira, J. (2018). *Efecto de varias enmiendas aplicadas al suelo sobre el desarrollo y rendimiento del maní (Arachis hypogaea L.)*. (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "ESPAM").
- 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. Strengths and Limitations of Nitrogen Rate Recommendations for Corn and Opportunities for Improvement. *Agronomy Journal* 110(1): 1 – 37.
- Valdivieso, C., García, D., Saltos, V. y Saldarriaga, V. (2021). Efecto de diferente

- laminas de riego localizado, sobre la productividad y rentabilidad del mani. *La Tecnica*, 26, 1-12. DOI: [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i26.2456](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.2456).
- PlantasMed, A. (2020, Octubre 27). Fertilizante completo: aplicación, ventajas y desventajas. Hierbas Buenas. <https://hierbasbuenas.net/sin-categoria/fertilizante-completo-aplicacion-ventajas-y-desventajas/>.
- Pedelini, R. (2008). Guia practica para su cultivo. Boletin del Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria INTA. <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/Mani,%20Guia%20practica%20para%20su%20Cultivo.pdf>.
- Steusloff, T., Singh, G., Nelson, K., y Motavalli, P. (2019). Enhanced Efficiency Liquid Nitrogen Fertilizer Management for Corn Production. *International Journal of Agronomy*, 1 – 12.
- Sembralia. (2021, mayo 21). Tipos de fertilizantes líquidos. ¿Cuáles son sus ventajas, aspectos principales y formas de aplicación?. BLOG. <https://sembralia.com/blogs/blog/fertilizantes-liquidos>.
- Tejada, C. (2009). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de maní (*Arachis hypogaea* L) en el canton Jipijapa, provincia de Manabí. (Tesis de Pregrado, Universidad San Francisco de Quito). <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/847/1/91546.pdf>.
- Yzarra, W. y López, F. 2012. Manual de observaciones fenológicas. *Servicio Nacional de meteorología e hidrología (SENAMI)*. Lima, PE. 98 p.

## **ANEXOS**



**Anexo1:** Balización del terreno



**Anexo2:** Curado de las semillas de maní



**Anexo 3:** Siembra de las semillas



**Anexo 4:** Fertilización líquida



**Anexo 5:** Fertilización granulada



**Anexo 6:** Control de maleza



**Anexo 7:** Materiales para la evaluación



**Anexo 8:** Cosecha



**Anexo 9:** Pesado del maní



**Anexo 10:** Pesado de maní en laboratorio por gr