



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EFECTOS DE LA FERTILIZACION ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays*) EN LA PARROQUIA PUERTO LIMON, PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS”.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero/a Agrónomo/a

AUTORES:

Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole

Espinoza Yánez Milena Mirley

TUTOR:

Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean

LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Nosotras, Espinoza Yánez Milena Mirley con C.C. 0550037469 e Intriago Peñarrieta Ingrid C.C. 1725093288, declaramos ser las autoras intelectual del presente proyecto de investigación titulado: “EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA PARROQUIA PUERTO LIMÓN PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE TSÁCHILAS”, siendo el Ing. Wellington Jean Pincay Ronquillo MS.c. tutor del presente trabajo; eximo expresamente que la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones legales o reclamo alguno.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados en el presente son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.



Espinoza Yánez Milena Mirley
C.I. 0550037469



Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole
C.I. 1725093288

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título: “EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA PARROQUIA PUERTO LIMÓN PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE TSÁCHILAS”, de las señoritas Espinoza Yánez Milena Mirley e Intriago Peñarrieta Ingrid de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos - técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 9 agosto 2022



Ing. Wellington Jean Pincay Ronquillo MS.c.

CI: 1206384586

TUTOR

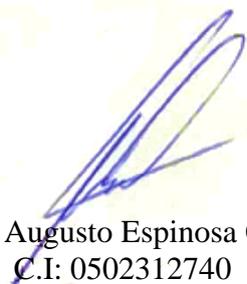
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: por cuanto, las postulantes Espinoza Yáñez Milena Mirley e Intriago Peñarrieta Ingrid con el Proyecto de Investigación Titulado: Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente reuniendo los requisitos y méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 24 de agosto del 2022

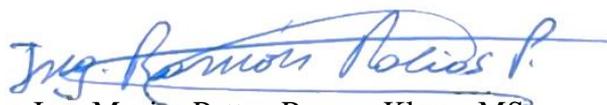
Para constancia firman:



Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay MS.c.
C.I: 0502312740
LECTOR 1 PRESIDENTE



Ing. Ramirez Cruz Andres Fernando MS.c.
C.I: 0704827674
LECTOR 2 MIEMBRO



Ing. Macías Pettao Ramon Klever MS.c.
C.I: 0910743285
LECTOR 3 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a Dios por darme la sabiduría e inteligencia para poder culminar esta etapa tan importante para convertirme en profesional, a mis padres por ser mi pilar fundamental, a mi hijo por darme esa fuerza para superarme, a mi esposo por brindarme su apoyo, a los docentes que fueron parte integral de la formación en el transcurso de mi vida universitaria.

Milena

Agradezco a dios por toda la fortaleza y sabiduría que puso en mi para poder lograr todos mis objetivos. A mis padres que juntamente con mis familiares más cercanos y mi esposo que me dieron su apoyo incondicional. Así como también a mis compañeros que fueron de gran ayuda y experiencias adquiridas en todo el proceso académico.

Ingrid

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios, a dos ángeles que hoy no me acompañan por qué están junto a él (Luchito y Andrés), a mis padres por el amor inmenso y el apoyo incondicional dándome ejemplo de superación humildad y sacrificio, también a mi hijo Nicolás Emiliano que fue motor para seguir adelante, mi mayor motivación para no desistir hasta llegar a la etapa final y lograr ser una profesional.

Milena

Dedico este trabajo principalmente a dios por haberme dado la vida y el permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres que han estado presentes desde el primer momento que estudie mi carrera, a mis abuelos, a mi familia que siempre han estado dispuestos para brindarme su ayuda, a mi esposo por todo el apoyo en mi desarrollo profesional.

Ingrid

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: EFECTOS DE LA FERTILIZACION ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAIZ (*ZEA MAYS*) EN LA PARROQUIA PUERTO LIMON, PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.

Autores:

Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole

Espinoza Yáñez Milena Mirley

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas, con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización orgánicos e inorgánicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, en arreglo factorial (AxB), donde factor A fueron las fuentes o fertilizantes y el factor B la dosis de aplicaciones en función de la demanda de la plata, resultando los tratamientos: T1: F. Orgánica al 100%, T2: F. Orgánica al 50%, T3: F. Inorgánica al 100% T3: F. Inorgánica al 50% y T5 Testigo. Los mejores resultados se obtuvieron en el T3: mayor altura de planta a los 15, 30 y 60 días con 30,27; 64,35 y 197 centímetros, al igual que mayor diámetro de tallo 6,22; 12,18 y 38,88 mm, mejor mazorca con peso de 390 gr, longitud 25 cm, ancho 71,25 mm, 16 hileras de granos, 330 granos, el mejor peso de 100 granos 33,38 gr, rendimiento estimado con humedad de campo más alto 6878,13, mejor rendimiento ajustado a 13% de humedad, 5296,37 Kg equivalentes a 116,40 quintales métricos (100 libras), por ende el más rentable con 39,48%, aunque financieramente hablando ningún tratamiento es viable por tener una relación B/C menor a 1. Por otra parte, el T5 fue el tratamiento más precoz en la floración floreciendo a la 55, 38 días en promedio, además del grano como menor humedad 39%. Demostrando el efecto positivo de los fertilizantes inorgánicos aplicados en dosis que cubran el 100% de la demanda de planta.

Palabras claves: fertilizantes, orgánicos, inorgánicos, maíz.

ABSTRACT

This research was carried out in the parish of Puerto Limón in the canton of Santo Domingo de Tsáchilas, with the objective of evaluating the effect of organic and inorganic fertilizers on corn (*Zea mays*). An experimental design of completely randomized blocks (DCRB) was used, with 5 treatments and 4 repetitions, in factorial arrangement (AxB), where factor A was the sources or fertilizers and factor B the dose of applications according to the demand of the silver, resulting in the following treatments: T1: Organic F. at 100%, T2: Organic F. at 50%, T3: Inorganic F. at 100% T3: Inorganic F. at 50% and T5 Witness. The best results were obtained in T3: greater plant height at 15, 30 and 60 days with 30.27, 64.35 and 197 centimeters, as well as greater stem diameter 6.22, 12.18 and 38.88 mm; 12.18 and 38.88 mm, best ear with a weight of 390 gr, length 25 cm, width 71.25 mm, 16 rows of grains, 330 grains, best weight of 100 grains 33.38 gr, estimated yield with the highest field moisture 6878.13, best yield adjusted to 13% moisture, 5296.37 kg equivalent to 116.40 metric quintals (100 pounds), therefore the most profitable with 39.48%, although financially speaking no treatment is viable because it has a B/C ratio of less than 1. On the other hand, T5 was the earliest flowering treatment, flowering at 55, 38 days on average, in addition to grain as the lowest moisture 39%. Demonstrating the positive effect of inorganic fertilizers applied in doses that cover 100% of plant demand.

Key words: fertilizers, organic, inorganic, corn.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS	XIV
INDICE DE ANEXOS	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. Generalidades del maíz (Zea mays L)	7
8.2. Fertilización.....	12
8.3. Antecedentes de estudio	21
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS	22
10. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	23
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	23
10.2. Tipos de investigación.....	23
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	24
10.4. Materiales y equipos.....	24
10.5. Factores en Estudio.....	26
10.6. Diseño experimental	26
10.7. Tratamientos de estudio.....	27
10.8. Esquema del experimento.....	27

10.9. Análisis de varianza.....	27
10.10. Procesamiento y análisis de la información recolectada	28
10.11. Manejo del ensayo	28
10.12. Variables a evaluar	30
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
11.1. Altura de planta	35
11.2. Diámetro del tallo	37
11.3. Días a la floración.....	39
11.4. Peso de la mazorca	41
11.5. Longitud de la mazorca	42
11.6. Diámetro de la mazorca.....	44
11.7. Número de hileras por mazorca.....	46
11.8. Número de granos por mazorca.....	48
11.9. Peso de 100 de granos	49
11.10. Porcentaje de humedad del grano a la cosecha.....	51
11.11. Rendimiento	53
11.12. Análisis económico	55
12. IMPACTOS	56
13. PRESUPUESTO.....	58
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 2. Taxonomía del cultivo de maíz	8
Tabla 3. Estados fenológicos de la planta de maíz	10
Tabla 4. Importaciones de fertilizantes inorgánicos en Ecuador.....	15
Tabla 5. Condiciones agrometeorológicas de la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas	24
Tabla 6. Características agronómicas del material vegetativo empleado en la investigación ..	24
Tabla 7. Características del abono orgánico utilizado en la investigación	25
Tabla 8. Características del abono inorgánico compuesto utilizado en la investigación	25
Tabla 9. Características de abono inorgánico nitrogenado utilizado en la investigación.....	26
Tabla 10. Otros materiales y equipos empleados en la investigación	26
Tabla 11. Tratamientos en estudio.....	27
Tabla 12. Esquema del experimento.....	27
Tabla 13. Esquema de análisis de varianza	28
Tabla 14. Plan de fertilización empleado en la investigación en dosis por hectárea.....	29
Tabla 15. Plan de fertilización por tratamientos de la investigación en dosis por planta.....	29
Tabla 16. Altura de planta en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (Zea mays) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	35
Tabla 17. Efecto simple en la altura de planta en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (Zea mays) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	36
Tabla 18. Diámetro del tallo en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (Zea mays) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	37
Tabla 19. Efecto simple en el diámetro del tallo en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (Zea mays) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	38
Tabla 20. Días a la floración en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (Zea mays) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	39

Tabla 21. Efecto simple en días a la floración en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	40
Tabla 22. Peso de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	41
Tabla 23. Efecto simple en el peso de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	42
Tabla 24. Longitud de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	43
Tabla 25. Efecto simple en longitud de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	43
Tabla 26. Diámetro de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	45
Tabla 27. Efecto simple en el diámetro de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	45
Tabla 28. Número de hileras por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	46
Tabla 29. Efecto simple en el número de hileras por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	47
Tabla 30. Número de granos por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	48
Tabla 31. Efecto simple número de granos por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	49

Tabla 32. Peso de 100 granos en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	50
Tabla 33. Efecto simple en el peso de 100 granos en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	50
Tabla 34. Porcentaje de humedad en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	51
Tabla 35. Efecto simple en el porcentaje de humedad del grano en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	52
Tabla 36. Rendimiento en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	53
Tabla 37. Efecto simple en el rendimiento en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.	54
Tabla 38. Presupuesto de la investigación.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacciones en la altura de planta a los 15, 30 y 60 días de edad del cultivo.....	36
Figura 2. Interacciones en el diámetro de planta a los 15, 30 y 60 días de edad del cultivo....	39
Figura 3. Interacción en días a la floración	40
Figura 4. Interacción en el peso de la mazorca.....	42
Figura 5. Interacción en la longitud de la mazorca.....	44
Figura 6. Interacción en el diámetro de la mazorca.....	46
Figura 7. Interacción en el número de hileras por mazorca.....	47
Figura 8. Interacción en el número de granos por mazorca.....	49
Figura 9. Interacción en el peso de 100 granos	51
Figura 10. Interacción en el porcentaje de humedad del grano a la cosecha.....	53
Figura 11. Interacción en el rendimiento.....	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del tutor de la investigación.....	36
Anexo 2. Hoja de vida de las autoras de la investigación	67
Anexo 3. Aval de traducción.....	69
Anexo 4. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor.	70
Anexo 5. Croquis del diseño de campo de la investigación	73
Anexo 6. Análisis de suelo del sitio experimental.....	74
Anexo 7. Interpretación de analisis de suelo y plan de fertilización de la investigación	76
Anexo 8. Fotografías de la ejecución del proyecto	77
Anexo 9. Urkun	80

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.
Fechas de inicio:	Abril 2022
Fecha de finalización:	Agosto 2022
Lugar de ejecución:	Finca Intriago, Parroquia Puerto Limón Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de investigación vinculación:	Al sector Agrícola
Equipo de trabajo:	Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole Espinoza Yánez Milena Mirley
Tutor:	Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean
Área de Conocimiento:	Agricultura, Silvicultura, pesca y Veterinaria
Línea de investigación:	Desarrollo de Seguridad Alimentaria
Sub líneas de investigación:	Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El maíz es unas especies vegetales pertenecientes al grupo de las gramíneas de origen andino, a nivel nacional es una de las gramíneas más utilizadas por su valor nutricional, por lo que constituye un cultivo clave dentro de régimen de alimentación de los seres humanos y animales. Su importancia radica en los usos que se pueda dar, tales como: preparación de harinas, hojuelas, conservas, consumo de grano tierno o seco, elaboración de balanceado entre otros. Como cultivo es estacionario, por lo que la siembra se lo realiza tratando de aprovechar la humedad de la época de lluvia, y en pocas ocasiones con la humedad remanente durante la época seca (Badillo, 2016).

El rendimiento del maíz está determinado principalmente por el número de granos logrados por unidad de superficie el cual es la fusión de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del periodo de floración, por lo tanto, para alcanzar una buena producción se debe lograr un óptimo estado fisiológico en afloración: cobertura de suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada. La adecuada disponibilidad de nutrientes en los momentos en que estos son requeridos, asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de radiación interceptada. Dado que los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, es necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilizantes a utilizar (Gracia, 2005).

El presente proyecto planteó el estudio Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas, por ello se estableció un ensayo de campo con planta sembradas a distancias de 20 cm entre plantas y 80 cm entre cada hilera, distribuidas en cinco tratamientos con un diseño experimental de bloques completamente al azar de factores A*B, donde A fueron los fertilizantes y B las dosis en función del requerimiento de la planta, empleando fertilización convencional al 50% y 100% del requerimiento calculado y fertilización orgánica en las mismas proporciones de acuerdo con el plan de fertilización establecido, además de un testigo (sin aplicaciones de fertilizantes). Para la evaluación se establecieron variables morfométricas tales como: Altura de planta, diámetro de tallo, días a la floración, tamaño de la mazorca, numero de hileras por mazorca, numero de granos por mazorca entre otras que permitieron validar una de las hipótesis planteadas en la investigación.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El maíz es un cultivo de suma importancia en el Ecuador debido al significativo rol que cumple en seguridad alimentaria de la población. El maíz amarillo duro, destinado en un 80% a la producción de alimentos balanceados, se produce mayoritariamente en la región litoral y es el primer cultivo transitorio en importancia, con relación a su superficie sembrada (aproximadamente 300000 has para el 2019). Su producción ha tenido un aumento sostenido en los últimos 20 años, lo cual se debe al uso de semillas certificadas (híbridos) y a las tecnologías de manejo que las compañías privadas, Ministerio de Agricultura Ganadería (MAG) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) han transferido a los productores de este cereal (Zambrano et. al, 2019).

Durante las últimas décadas, junto con un progreso de la mejora genética, el cultivo de maíz ha presentado un incremento continuo en productividad, como resultado de un conjunto de prácticas de manejo implementadas. Dicho incremento en la productividad trae aparejado un aumento de materia seca en consecuencia de la absorción de nutrientes, por tal razón un programa de fertilización balanceado es esencial para optimizar el rendimiento del cultivo y mejorar la eficiencia de uso de nutrientes (provenientes del suelo y de los fertilizantes) por parte del cultivo, minimizando los impactos sobre el ambiente (Ciampitt et.al, 2022).

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y su recomendación, esto le garantiza suplir de los elementos nutritivos necesarios a la planta y evitar gastos innecesarios. Aunque existen otros, tales como: postura superficial y en banda. Es importante tomar en cuenta que para que un fertilizante ejerza su acción, es indispensable que exista buena humedad en el suelo. De no contar con el análisis de suelo se recomienda uno de los planes siguientes: (Flores, 2010).

Antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes convencionales, se debería también pensar en otras fuentes disponibles que aporten nutrientes que necesita la planta, como son los materiales orgánicos. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2002).

Por lo expuesto la presente investigación planteó analizar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas, con aplicaciones a la demanda de la planta.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos: Los beneficiarios directos de este proyecto son, los habitantes de la comunidad de Puerto Limón dedicados a la producción de maíz duro, además de los estudiantes universitarios de la UTC particularmente de la carrera de agronomía.

Beneficiarios indirectos: Como beneficiarios indirectos están los habitantes de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y productores de maíz duro en general quienes tienen gracias este trabajo información sobre como fertilizar apropiadamente sus cultivos.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El maíz es una de las especies cultivadas más productivas, es una planta C4 gracias a su alta tasa de actividad fotosintética, teniendo el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, el éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo de maíz ha estimulado una revolución agrícola aplicada en todo el mundo, puesto que no solo es importante para el consumo humano y animal, sino también es fuente de materia prima de un gran número de productos industriales (FAO, 2022).

La nutrición del cultivo de maíz es uno de los principales componentes del proceso de producción, y ha sido gestionada a través de la aplicación de fertilizantes, la cual se caracteriza por dosis altas o reducidas produciendo desequilibrios nutrimentales y a ineficiencias en su uso. Adicionalmente, la intensificación de los sistemas de labranza convencionales y su intervención con horizontes húmedos han ocasionado la compactación del suelo, lo que genera un crecimiento radicular reducido, baja eficiencia de recuperación de fertilizantes y riesgos en la productividad de los cultivos (Flores et. al, 2019). Los suelos destinados a cultivar maíz varían en sus condiciones de fertilidad, donde los nutrientes disponibles generalmente limitan su rendimiento, demandando así de grandes cantidades de nutriente (Zenteno et. al, 2019).

En Ecuador el maíz es un cultivo tradicional que ha llegado alcanzar una gran importancia en varias zonas del Litoral y de la Sierra, donde juega un papel importante la utilización de híbridos que permiten aumentar los rendimientos. Solamente entre año 2000 al 2013 la producción se

triplicó pasando de 0.42 a 1.4 millones de toneladas (Guaman, 2020). Durante el 2021 de acuerdo con la Encuesta de Superficie de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2022) fue de 1.006.433 hectáreas, donde el maíz duro seco, representa el 37,12 % de la superficie total sembrada con 373.587 hectáreas, las cuales se encuentran distribuidas principalmente en las provincias de Los Ríos 40,80%, Manabí 29,82%, Guayas 14,13%, Loja 5,35%, Sucumbíos 2,75% y el 7,15% restantes en otras provincias, entre ellas Santo Domingo de los Tsáchilas, con una producción de 11.372.505 Tm para este periodo.

A nivel de la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas de acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT, 2018), la superficie cultivada de maíz de es de 1.164 hectáreas representado a penas un 1,11%, razón por la cual la producción en la parroquia Puerto Limón es poco significativa, existiendo unas pocas unidades o fincas dedicadas a esta gramínea, donde por lo general predominan las malas prácticas agrícolas, especialmente una fertilización poco apropiada, por lo que se hace evidente la necesidad de técnicas y tecnologías que permitan proporcionar a la planta los nutrientes necesarios que requieren para su desarrollo y producción, tales como: balances nutricionales que empleen fertilizantes de origen orgánicos e inorgánicos o combinaciones de estos. En este contexto la presente investigación plantea estudiar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas, para lo cual se establecieron tratamientos con base a la necesidad nutricional de la planta, y a los resultados de análisis de suelo.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la fertilización orgánicos e inorgánicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Puerto Limón, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

6.2. Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de la fertilización orgánicos e inorgánicos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz.
- Estudiar el efecto de la fertilización orgánicos e inorgánicos sobre el rendimiento de cultivo de maíz.
- Establecer la relación Beneficio/Costo de los tratamientos.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Analizar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánicas en el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz.	1. Aplicación de la fertilización química y orgánica a los tratamientos en estudio. 2. Toma de datos de campo sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz.	Datos de variables de crecimiento tales como: Porcentaje de germinación (%). Altura de planta (cm) Diámetro del tallo. Días a la floración	Libreta de campo. Fotografías. Análisis de resultados
Estudiar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánicas sobre el rendimiento de cultivo de maíz.	1. Aplicación de la fertilización química y orgánica a los tratamientos en estudio. 2. Toma de datos de campo sobre el rendimiento del cultivo de maíz.	Datos de variables de producción: Longitud de mazorca. Diámetro de mazorca. Numero de hileras por mazorca. Número de granos por mazorca Peso de la mazorca. Humedad del grano a la cosecha y otras	Libreta de campo. Fotografías. Análisis de resultados
Establecer la relación Beneficio/Costo de los tratamientos.	1. Análisis económico	Datos de costo y rentabilidad de cada uno de los tratamientos	Análisis económico

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1. Generalidades del maíz (*Zea mays* L)

El cultivo de maíz es de suma importancia en el Ecuador debido al significativo rol que cumple en seguridad alimentaria de la población. El maíz amarillo duro, destinado en un 80% a la producción de alimento balanceado, se produce mayoritariamente en la región litoral y es el primer cultivo transitorio en importancia en relación con la superficie sembrada, alrededor de 1.006.433 hectáreas (ESPAC, 2022). En los últimos 20 años la producción y rendimiento ha tenido un crecimiento sostenido, lo cual se debe al uso de semilla certificada (híbrida) y a las tecnologías de manejo que las compañías privadas, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el INIAP han transferido a los productores (en el 2018 se observó un rendimiento promedio de 3,6 t/ha en la costa (Zambrano et. al, 2019).

Como ya se ha señalado anteriormente, el maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria. Como alimento, se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo: sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico (López & Gil, 2011).

8.1.1. Origen

De acuerdo con Wilkes y Goodman citado por López & Gil (2011) el maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 A.N.E., en Mesoamérica, probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 Km. de la Ciudad de México. El ecosistema que dio lugar al maíz era de inviernos secos estacionales, en alternancia con las lluvias de verano y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza.

Anderson (2020) sostiene que México es el centro de origen del maíz puesto que aquí se concentra, muy probablemente, la mayor diversidad de maíz del mundo y aquí han evolucionado y viven sus parientes silvestres, los teocintles, y otro conjunto de gramíneas relacionadas, especies del género *Tripsacum* (maicillos).

8.1.2. Taxonomía

De acuerdo con la Fundación Charles Darwin (2022), la clasificación taxonómica del maíz es:

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de maíz

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embriobionta
División:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>

Fuente: (Fundación Charles Darwin, 2022)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

8.1.3. Botánica del Maíz

Según FAO (1993) Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. Las panojas -a menudo, una por tallo- son las estructuras donde se desarrolla el grano, en un número variable de hileras (12 a 16), produciendo de 300 a 1 000 granos, que pesan entre 190 y 300 g por cada 1 000 granos. El peso depende de las distintas prácticas genéticas, ambientales y de cultivo. El grano constituye aproximadamente el 42 por ciento del peso en seco de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de grano, que se distinguen por las diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él.

8.1.4. Raíz

El maíz presenta dos tipos de raíces: las primarias y fibrosas que van bajo la tierra y las adventicias que brotan del primer nudo de la planta y son superficiales, ambas permiten que se mantenga erguido y largo el tallo (Uriarte, 2020).

8.1.5. Tallo

Es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones (Infoagro, s.f.).

8.1.6. Hojas

Las hojas del maíz son alargadas y un poco onduladas, salen alternas, su aspecto en el borde de la hoja es áspero, nacen muy pegadas al tallo y es donde se desarrollan las mazorcas. Se dice que las hojas tienen una gran importancia en el desarrollo y evolución de los granos. Dependiendo de cómo se cultiva una planta de maíz puede tener de 12 a 24 hojas (Delmaiz, 2022).

8.1.7. Inflorescencias

Las plantas de maíz son monoicas, es decir, que tienen los dos sexos en la misma planta; por lo tanto, tienen la capacidad de producir gametos (masculino y femenino) en el mismo individuo. La inflorescencia masculina se le conoce como panoja, el cual es llamado errónea y vulgarmente como espiga. La panoja está compuesta por un eje central (prolongación del tallo), del cual se originan varias espigas laterales y una principal en la parte superior, a su vez estas espigas alojan a varias espiguillas que contienen un par de flores con estambres largamente filamentosos en el que se producen los gametos masculinos (polen) y la inflorescencia femenina corresponde a una espiga, que se componen de un eje central, grueso y cilíndrico (olote), envuelto por un conjunto de estructuras que se les denomina brácteas, comúnmente conocidos como “hojas”. El conjunto que forman la espiga y las brácteas se le conoce coloquialmente como mazorcas. Las estructuras que aparentan pelos o lo que en lenguaje común le denominan pelos de elote son botánicamente estilos. Por estos estilos penetran el polen que las panojas diseminan para efectuar la fecundación (Fitochapingo, 2009).

8.1.8. Grano

La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endospermo con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (Gaucho, 2014).

8.1.9. Fenología del maíz

De acuerdo con Chimbolema (2016) el maíz posee dos estados fenológicos (vegetativo y reproductivo), cada una con diferentes etapas que marcan desde la emergencia hasta la madurez fisiológica de la planta tal como se detallan a continuación:

Tabla 3. Estados fenológicos de la planta de maíz

Estado Vegetativo	Estados Reproductivos
VE: emergencia	R1: sedas
V1: primera hoja	R2: ampolla
V2: segunda hoja	R3: Grano lechoso
V3: tercera hoja	R4: Grano pastoso
V(n): enésima hoja	R5: Dentado
VT: Panoja	R6: Madurez Fisiológica

Fuente: (Chimbolema, 2016)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

Dentro del desarrollo de los estados fenológicos del maíz ocurren eventos importantes en ciertos estados, que se mencionan a continuación:

V3: El punto de crecimiento está bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo entre la aparición de las hojas y el daño por helada en este estado tiene muy poco efecto en el crecimiento y en el rendimiento final.

V6: En este estado se recomienda completar la fertilización, puesto el sistema de raíces nodales está bien distribuido en el suelo. También es posible observar síntomas de deficiencias de macro o micro nutrientes.

V9: En este estado varias mazorcas rudimentarias ya se encuentran formadas, la panoja se desarrolla rápidamente en el interior de la planta. Además, comienza una rápida acumulación de biomasa, absorción de nutrientes y agua que continuará hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: Aquí se determina el tamaño potencial de mazorca y número potencial de óvulos por mazorca. Dado que se está formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son críticos.

V15: Es el estado más crucial para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y las sedas están comenzando a crecer en las mazorcas superiores.

8.1.10. Condiciones edafoclimáticas para su desarrollo

Infoagro (sf) establece que el maíz requiere de temperaturas que oscilan entre 25 a 30 °C, pluviometría de 400 a 650 mm, suelos profundos, ricos en materias orgánicas, con buen drenaje, pH entre 6 a 7, aunque tienen la capacidad de desarrollarse en cualquier tipo de suelo.

Por otra parte INIAP (2014) manifiesta que el maíz requiere de temperaturas entre 24 a 28 °C, precipitaciones de 500 a 2000 mm/año, altitud de 45 a 125 msnm, suelos de textura franco con pH de 5.5 a 7.3 y de 750 a 1000 Horas luz/año.

8.1.11. Zonas y época de siembra

De acuerdo con INIAP (2010) citado por Gotardo (2015) las condiciones de época seca del Litoral ecuatoriano, las siembras del maíz deberán realizarse tan pronto se inicien las lluvias, siendo inconveniente sembrar en plena estación lluviosa, porque el rendimiento disminuye apreciablemente. En el caso de lugares donde las condiciones climáticas permiten sembrar dos ciclos al año, y en condiciones climáticas normales, la época más conveniente de siembra para la época lluviosa es entre diciembre 15 y enero 30 y para la época seca de mayo 15 a junio 15, lo más pronto posible después de la cosecha del ciclo de invierno.

8.1.12. Comercialización

De acuerdo con Agrosíntesis (2016), hablando de comercialización de maíz, es necesario determinar el contenido de humedad en el grano de esta gramínea, ya que incide directamente en el peso que se registra en las transacciones de compra-venta y deben identificarse algunas situaciones. Se deben considerar las siguientes premisas:

- a) El grano llega a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 37-38 por ciento. La cosecha mecanizada se puede comenzar a partir de que el grano contenga aproximadamente un 28% de humedad.
- b) La humedad del grano aporta peso sin proveer sustancias nutritivas, tales como proteínas, almidones, grasas, vitaminas y minerales. La industria no paga por agua.

- c) En una contratación o concertación, generalmente a alguna de las partes no le toca lo que realmente y en justicia le corresponde, sino sólo lo que se concierta, es pues importante definir las reglas del juego lo más claramente posible para que con toda buena fe, se realicen los intercambios de engaño involuntario.
- d) La humedad contenida en el grano de maíz es variable y se define como “grado de humedad” (H) en por ciento del peso del grano, y se refiere a la relación o proporción entre el peso de los almidones, azúcares, sacarosa, fructosa, aceite, entre otros compuestos del grano, y la cantidad de agua presente en el mismo.

8.2. Fertilización

Fertilizar es aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos. Para lograrlo, los fertilizantes deben aplicarse atendiendo a las necesidades reales de la planta, en la dosis adecuada, en el momento oportuno, y de la forma más efectiva. El objetivo de la fertilización es el buen equilibrio de nutrientes del que dependen los rendimientos agrícolas, que además debe cuidar su impacto en el entorno natural y procurar minimizar sus pérdidas: el nitrógeno por volatilización, lixiviación hacia aguas subterráneas y desnitrificación, el fósforo por retrogradación y los otros nutrientes por insolubilización (Traxco, 2022). Su acción consiste en mejorar el uso de sustratos nutritivos, complementar el suministro natural, en ciertos casos deficitario de elementos nutritivos y restituir los elementos extraídos por el cultivo o que han desaparecido por otros motivos (Finck, 2021).

8.2.1. Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas, siendo uno de los insumos indispensables para los cultivos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Graso & Díaz (2020) manifiestan que son fertilizantes aquellas sustancias que se emplean para la producción agropecuaria aportando uno o más elementos esenciales disponibles para las plantas, los cuales sus propios beneficios y desventajas que dependen de condiciones agroecológicas y económicas locales o específicas.

Para FAO (2002) los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan, con ellos se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad, así como también se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados.

8.2.2. Errores típicos de la fertilización

Finck (2021) establece que solo se puede alcanzar una producción máxima cuando se eviten errores del abonado, sin embargo, muy frecuentemente, la causa del descenso de la producción radica en lo siguiente:

- a) Descuido del abono o fertilizantes con los elementos básicos (N, P, K), lo cual es muy grave en el caso de plantas de alta productividad, las cuales requieren que continuamente haya en el suelo abundante sustancias nutritivas de gran movilidad y fácilmente disponible.
- b) Descuido del abono con el resto de elementos fertilizantes: magnesio, azufre y oligoelementos (manganeso, cobre, cobalto y cinc).
- c) Abonado parcialmente alto con N, P o K, el cual, debido a otras carencias no alcanza todo su efecto, por ejemplo. Un abonado intenso con N resultara parcialmente sin efecto si existe una carencia de cobre.
- d) En ciertos casos los abonos excesivos ocasionan salinidad, debido a la aplicación intensa de fertilizantes solubles en época de siembra.
- e) Diagnostico incorrecto de las necesidades de abonaduras.
- f) Insuficiente consideración de la forma de abono adecuada en lo que se refiere a eficiencia y a precio.
- g) Descuido de las condiciones básicas de la fertilidad del suelo (estructura y pH de suelo).
- h) Insuficiente consideración de las posibles pérdidas de abono.

8.2.3. Tipos de fertilizantes

De acuerdo con Acosta (2019) son muchos tipos de fertilizantes, aunque la principal distinción a la hora de usarlos, se da entre fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

Para Tang et. al (2000) se pueden agrupar bajo cinco categorías. Estas son: los "simples", las mezclas, los compuestos, los fertilizantes de lenta liberación y los subproductos/fertilizantes/orgánicos.

Según Zschimmer & Schwarz (2021) existen diferentes tipos de fertilizantes agrícolas y cada uno de ellos tiene sus propias ventajas e inconvenientes. De entre la amplia variedad actual, estos son los tipos de fertilizantes más demandados: los orgánico, químicos, biofertilizantes y bioestimulante.

Por otra parte, Calvo (2020) manifiesta que los fertilizantes pueden clasificarse según muchos aspectos y que se debe tener en cuenta que un mismo abono se puede encontrar dentro de varias clasificaciones. Dentro de la clasificación de fertilizantes se destaca:

- a) Según su origen, se distinguen tres tipos de abonos: fertilizantes minerales de origen orgánico e inorgánico y fertilizantes orgánicos.
- b) Según su composición: estos fertilizantes se clasifican por el o los nutrientes que posee, los cuales pueden ser: fertilizantes nitrogenados, fosfórico, potásicos, entre otros.
- c) Según su presentación los abonos pueden ser, según su estado: sólidos, líquidos o gaseosos. En general, los más usados son los dos primeros.
- d) Según el momento de aplicación estos pueden ser: abonos de fondo, atarte, cobertura o foliares.

8.2.4. Fertilizantes inorgánicos

manifiesta que los fertilizantes inorgánicos o químicos son sustancias naturales o sintéticas de origen inorgánico, es decir que no son de origen animal o vegetal. Los naturales se encuentran en yacimientos como el salitre (nitrato de sodio), la roca fosfórica y el cloruro de potasio. Los fertilizantes sintéticos son aquellos elaborados artificialmente y están compuestos principalmente por sales minerales de nitrógeno, fósforo y potasio; cuando contienen uno solo de estos elementos se les conoce como simples y cuando contienen más de uno se les conoce como compuestos (Guzmán, 2018).

8.2.4.1. Principales fertilizantes inorgánicos

De acuerdo con Tang et. al (2000) los fertilizantes inorgánicos principales son:

- a) Fertilizantes simples: vienen en forma de químicos inorgánicos simples. Estos son fabricados o extraídos y usualmente proporcionan un sólo elemento nutriente. Los más comunes son los de fuente de nitrógeno, fósforos, potasio o magnesio.

- b) Fertilizantes compuestos: se definen como cualquier producto homogéneo que contenga dos o más de los nutrientes químicamente combinados.
- c) Mezclas de fertilizantes: se hacen mezclando fertilizantes simples, pueden ser preparadas según las proporciones específicas para adaptarse a un requisito de nutriente en particular. Las mezclas hacen posible que los principales elementos macronutrientes sean aplicados juntos, reduciendo así el costo y el número de rondas de aplicación.
- d) Fertilizantes de liberación lenta: es un fertilizante donde la tasa de liberación del fertilizante es regulada por el uso de revestimientos de materiales tales como azufre y compuesto polimérico.

8.2.4.2. Fertilizantes inorgánicos importados en Ecuador

Los abonos químicos o fertilizantes inorgánicos más utilizados en son de base nitrogenada, fosfórico, potásico y con dos o tres de estos elementos, provenientes de países como: Estados Unidos, China, Rusia, España, México, Brasil, Colombia entre otros (Arrien, 2018).

Los fertilizantes nitrogenados como urea, nitrato de amonio entre otros, son los más utilizados en el país, puesto que hasta el año 2017 los registros presentados por la embajada de España en Ecuador reflejan importaciones de 460396464 Kg, seguido por los fertilizantes potásicos con 128530643 Kg tal como se muestra en tabla siguiente.

Tabla 4. Importaciones de fertilizantes inorgánicos en Ecuador

Año	Kilogramos importados			
	Nitrogenados	Fosfóricos	Potásicos	De dos o tres elementos
2013	360521725	5552131	128530643	122143022
2014	442791166	4096728	193384139	167507951
2015	402878439	3888233	177746524	143205662
2016	457076104	2379107	159982995	124852974
2017	460396464	1960257	196873214	185808856

Fuente: (Arrien, 2018)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

8.2.4.3. Beneficios de los fertilizantes inorgánicos

De acuerdo con Neves (2022), el gran alcance de los fertilizantes químicos está fuera de duda: estos cuentan con características orientadas a satisfacer las altas expectativas y necesidades de la agricultura intensiva.

Eximgro (2021), por su parte manifiesta que entre los principales beneficios de los fertilizantes inorgánicos están:

- a) Mayor producción por hectárea: Los espacios y superficies para la actividad agrícola son optimizados gracias a los fertilizantes químicos. Además de mejorar la absorción de los nutrientes del suelo, estos fertilizantes incrementan hasta en un metro la profundidad de las raíces: así, las plantas son mucho más firmes y pueden nutrirse de forma plena de las aguas subterráneas
- b) Ajuste de suelo: Diferentes elementos del suelo como niveles muy bajos y altos de acidez pueden ser corregidos con la aplicación de fertilizantes químicos que complementan otros compuestos y procesos, como el encalado. El uso moderado y consciente de estos productos, como valor añadido a otros naturales y amigables con el medio ambiente, ayuda a que los suelos agrícolas mantengan su calidad y fertilidad para nuevos ciclos de producción de las plantas.
- c) Capacidad de adaptarse a necesidades específicas: Los fertilizantes químicos al tener propiedades químicas específicas e índices precisos de diferentes nutrientes, compuestos y valores. Por ese motivo, en el mercado podrás encontrar productos ajustados a tus necesidades, los cuales tienen los valores y características concretas para atender tus requerimientos ante determinadas situaciones o fases del ciclo de producción.

8.2.4.4. Desventajas de los fertilizantes inorgánicos

Haifa Group (2022) manifiesta que las principales consecuencias y desventajas de los fertilizantes de origen inorgánicos se deben al mal uso de los mismo, especialmente aplicaciones excesivas a los cultivos. Las principales consecuencias del uso no adecuado de fertilizantes inorgánicos son: a) degradación de suelos, b) contaminación de aguas subterráneas, c) quemaduras de sal, d) crecimiento excesivo. Los fertilizantes tanto orgánicos como químicos que se aplican en grandes cantidades generando consecuencias negativas para el curso de agua, el suelo y el medio ambiente (Bastidas, 2009).

8.2.5. Fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos, también llamados abonos orgánicos, son sustancias elaboradas a partir de la mezcla de distintos elementos orgánicos que están siendo desechados. Estos pueden ser de origen animal o vegetal (Tang et. al, 2000), restos de distintas actividades, ya sean

domésticas (desechos de vegetales, carnes, papeles, entre otros), agropecuarias (estiércol) o agrícolas (paja, rastrojos de los cultivos), y se obtienen a partir de la degradación de estos elementos, constituyendo de este modo los fertilizantes naturales (Rotoplas Agro, 2021).

Para (Mosquera, (2010) los fertilizantes orgánicos son aquellos que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos.

Según Bejarano & Mendez (2004) Los abonos o fertilizantes orgánicos aportan muchas bacterias y elementos necesarios para las plantas, a mediano plazo aportan fertilidad al suelo. Puede ser restos de descomposición, como los estiércoles, o sin descomponerse como la paja o leguminosas cultivadas para después enterrarlas, además de ser utilizados para corregir deficiencias del suelo, como acidez o la carencia de oligoelementos.

8.2.5.1. Principales fertilizantes orgánicos

Según el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA, 2016) los principales fertilizantes orgánicos son:

- a) Bocashi: Es un abono orgánico semi descompuesto y en general se puede preparar con 20 a 25 días. Este abono orgánico no tiene receta fija, lo importante es usar los materiales disponibles en la finca o comunidad y prepararlo con los materiales alternativos. En la aplicación del abono bocashi existe una disponibilidad de nutrientes para la planta de forma inmediata producto de la fermentación acelerada, mientras otros abonos requieren mayor tiempo para su descomposición.
- b) Los abonos foliares: son abonos líquidos que se aplican a la superficie de las hojas y alrededor de las raíces de la planta. Los abonos foliares son absorbidos rápidamente por la planta y sus efectos aparecen pronto comparado con otros tipos de abonos. Los más comunes se llama biofertilizante, es fabricado utilizando el mecanismo de fermentación y descomposición de los materiales orgánicos que activan los microorganismos benéficos del suelo.

- c) Abonos verdes: son aquellas plantas que se siembran para mejorar la materia orgánica y fertilidad del suelo, incorporándolas preferiblemente antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas.
- d) El compost: es un abono obtenido de la descomposición de diferentes materiales orgánicos a través de los microorganismos. Mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo.
- e) Las estercoleras: tienen por objeto almacenar el estiércol desde que se saca de los alojamientos o áreas del ganado hasta que se distribuye en el campo como abono orgánico. Se sitúan en lugares de fácil acceso, cercanos a los alojamientos de ganado y alejados de las viviendas y de los pozos o fuentes que suministren agua potable.
- f) La gallinaza: es el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo, compostado y/o secado para reducir la cantidad de microorganismos como bacterias, virus, hongos y nemátodos, que en alta concentración puede ser nocivo.
- g) Lombrihumus: es uno de los mejores abonos orgánicos obtenido de la descomposición de materia orgánica realizada por lombrices. Este abono ofrece una alimentación equilibrada para las plantas; ya que aportan nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes esenciales. Contribuye a mejorar las propiedades físicas del suelo. Las lombrices ofrecen los materiales orgánicos desinfectados debido al calcio que ellas tienen en su organismo.

8.2.5.2. Beneficios de los fertilizantes orgánicos

De acuerdo con Intagri (s.f.) los principales beneficios de fertilizantes o abonos orgánicos son:

- d) Aporte de algunos o casi la mayoría de los elementos esenciales para las plantas, dependiendo del abono orgánico utilizado. Son de mayor residualidad que los fertilizantes inorgánicos.
- e) Tienen la particularidad de liberar nutrientes en forma gradual, lo cual garantiza un cierto suministro de nutrientes para el cultivo durante su desarrollo. Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua.
- f) Tienen la habilidad de formar complejos orgánicos con los nutrientes brindándoles a éstos mayor disponibilidad para las plantas.
- g) La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC.
- h) Esto es muy favorable sobre todo en suelos con baja CIC (suelos arenosos).

- i) Liberan bióxido de carbono (CO_2) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H_2CO_3) el cual solubiliza nutrientes de otras fuentes.
- j) Son fuente de carbono orgánico para la actividad de organismos heterótrofos presentes en el suelo.
- k) Aumentan la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial.
- l) i). Lo que ayuda a reducir las pérdidas de suelo por erosión hídrica. Favorecen una mayor estabilidad de agregados del suelo.
- m) Los abonos orgánicos confieren al suelo una mayor capacidad productiva, conservación de su fertilidad en el tiempo y ser sostenibles con el paso de los ciclos productivos.

8.2.5.3. Desventajas de los fertilizantes orgánicos

Para Borra (2017), aunque es cierto que los fertilizantes orgánicos tienen más ventajas que desventajas no podemos obviar estas últimas para poder tomar la decisión correcta y así poder escoger el fertilizante que mejor se adapte a tus necesidades de los cultivos. Entre sus principales desventajas se citan: a) poseen nutrientes limitados, b) requieren de mano de obra intensiva, c) puede ser foco patogénico si no está bien elaborado, e) son costosos

8.2.6. Elección de una fuente correcta del fertilizante

Seleccionar fuentes de nutrientes que provean un abastecimiento balanceado de todos los nutrientes esenciales, sincronizando la liberación con la demanda del cultivo. La fuente de fertilizante más adecuada debe asegurar los nutrientes esenciales limitan los rendimientos de forma disponible para los cultivos. La elección de la fuente debe tener en cuenta las potenciales pérdidas de nutrientes, los riesgos de fitotoxicidad y otros tipos de riesgos asociados al tipo de fuente. La fuente correcta debe ser acorde al cultivo, al ambiente meteorológico, al tipo de suelo y debe estar disponible técnica y económicamente (Graso & Díaz, 2020).

8.2.7. Diseño de un plan de fertilización

Al momento de diseñar el plan de fertilización, es necesario considerar la demanda del cultivo y la fertilidad del suelo. Sin embargo, otros factores como la disponibilidad de nutrientes y el método de aplicación también deben ser considerados con el fin de maximizar la eficiencia en el uso de los fertilizantes. Estos parámetros se incluyen dentro del concepto de las “4C”, el cual se refiere al uso “correcto” de los fertilizantes en cuatro facetas: aplicación de la dosis

“correcta”, en el tiempo “correcto”, en el lugar “correcto” y utilizando la fuente “correcta” (Albornoz, 2017)

De acuerdo con Melendes & Molina (2003) en la fertilización de cultivos se tienen que considerar varios aspectos importantes, como son:

- a) **Requerimiento del cultivo:** En este aspecto se debe conocer claramente el ciclo fenológico del cultivo, para con ello establecer el mejor momento de fertilización. Para lograr este objetivo, el uso u obtención de las curvas de absorción de nutrimentos juega un papel vital para aplicar los nutrimentos de acuerdo con la época de mayor demanda de los mismos. Si esta información no está disponible, se podría obtener al menos la extracción total de elementos en la cosecha y con ello calcular el requerimiento de fertilizantes de acuerdo con la disponibilidad de nutrimentos en el suelo. Además de considerar los requerimientos del cultivo, es importante también conocer la variabilidad inherente del cultivo cuando se tienen diferentes híbridos y especies dentro del mismo.
- b) Las características del suelo son importantes de considerar, ya que de las mismas se podrán seleccionar los fertilizantes más apropiados de acuerdo con aspectos como pH, poder de fijación de ciertos elementos, capacidad de retención de nutrimentos y la más importante que es la reacción química que tendrá el fertilizante en ese suelo.
- c) El factor clima, es un factor universal de considerar, ya que la efectividad de una fertilización dependerá en mucho de factores climáticos tales como luminosidad, temperatura, precipitación, entre otros.
- d) Si los anteriores factores han sido controlados apropiadamente, otro aspecto a considerar es la cantidad de fertilizante a aplicar para unos rendimientos esperados. Este aspecto es muy importante ya que en algunos cultivos se conoce claramente que los rendimientos van disminuyendo con la edad del cultivo, por esa razón, las dosis a aplicar de fertilizante deben de estar acordes con el rendimiento a obtener. En otros cultivos a veces la fertilización estará más acorde con el precio del producto producido en el mercado.
- e) Los fertilizantes pueden presentar diferentes formas, el tipo de fertilizante que elijamos va a depender de las necesidades de las plantas y de la frecuencia con que se aplique. Así pues, podemos hablar de los siguientes tipos de fertilizantes: a) fertilizantes sólidos, que son los más usados en forma de polvo o gránulos. b) fertilizantes líquidos, que se diluyen con agua y la mayoría de ellos se aplican en las raíces, aunque algunos de estos se puedan utilizar para rociar las hojas. A la hora de aplicar el fertilizante debemos de tener en cuenta el

momento de aplicación. Esta se debe hacer en el momento oportuno, ya que una aplicación tardía puede provocar un crecimiento débil y que la planta se vea seriamente afectada ante la aparición de síntomas de deficiencia. Además, debemos escoger el fertilizante que más se adecúe a las necesidades de la planta en función de la época del año en que vamos a aplicarlo.

- f) Por último, el factor económico de la aplicación de un fertilizante se debe considerar, ya que como en toda actividad agrícola la relación costo beneficio es muy importante.

8.3. Antecedentes de estudio

Bejarano & Mendez (2004) establecen que uno de los mejores fertilizantes para los cultivos es el 10 – 30 – 10, debido a que en su estudio sobre la fertilización orgánica comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), para minimizar el efecto de degradación del suelo, establecieron que el tratamiento químico logró los mejores resultados, presentando los valores más altos en el crecimiento de la planta a los 60 y 90 días con 123,65 cm y 168,83 cm respectivamente, así como también el mejor rendimiento calculado por hectárea donde presentan valores de 8 545,87 Kg, datos por encima de los abonos orgánicos probados en el estudio (biol y humus de lombriz).

De acuerdo con Merchan (2020) en su evaluación de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays.*) ADV- 9735, en el recinto Cantagallo, Jipijapa Manabí, los fertilizantes químicos muestran mejor desarrollo y producción, puesto que entre sus principales resultados destaca el fertilizante YARA de origen inorgánico con plantas de mayor altura a los 32 y 65 días 146,73 cm y 213,78 cm respectivamente, al igual que mayor diámetro en los mismos periodos de evaluación 31,75 mm y 72 mm. En lo referente a la mazorca el tratamiento Yara se mantiene como el de mejor resultado con respecto a su longitud con un promedio de 21,41 cm, peso de la mazorca con 379,31 gr, peso de 100 granos con 44,63 gr, además del mayor rendimiento por parcela con 38,31 Kg; sin embargo, con relación al diámetro de la mazorca los abonos orgánicos alcanzaron mejor resultado con 5,3 cm, al igual que un mayor número de hilera con 17,09 hileras.

Por su parte Arnesto & Benavides (2003) al estudiar el efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz*), establecieron que la fertilización orgánica es más apropiada para el cultivo, ya que se obtuvo mayor altura de la planta a los 33 y 61 días con valores de 69 cm y 172,6 cm respectivamente,

igual que mejores diámetros del tallo con 2,53 cm y 2,54 cm en los mismo momentos de evaluación, mejor diámetro de mazorca con 4,93 cm, mayor peso de 100 granos 34 gr y el mayor rendimiento por hectárea con 4542,88 Kg, aunque el mayor número de hilera por mazorca (13,75) se obtuvo con la fertilización inorgánica.

Baez & Marín (2010) en su evaluación de una mezcla de abono orgánico versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) concluyen que el uso de diferentes fuentes de fertilización (orgánica e inorgánica) no afectan significativamente al crecimiento y producción de este cultivo. Dentro de sus principales resultados destacan: mayor altura de planta a los 45 días con 51,7 cm, mayor longitud de mazorca 15,7 cm, mayor rendimiento por hectárea con 4300 Kg, obtenidos con la fertilización inorgánica, mientras que variables como: diámetro de mazorca con 4,8 cm, número de hileras por mazorca con 14 hileras y numero de granos por hileras con 31 granos, no difieren entre las plantas tratadas con uno u otro tipo de fertilizante.

Ríos et. al (2019) por medio de su estudio denominado Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo, establecen con bases a sus resultados que los mejores resultados en cuanto a crecimiento y producción de este cultivo se obtienen con fertilización inorgánica. Dentro de los principales resultados de la investigación tenemos: una mayor altura de planta medida a los 35 y 63 días con 91,10 cm y 215,43 cm, mayor diámetro del tallo a los 35 y 42 días 1,98 cm y 2,15 cm, mayor rendimiento con 3456,48 Kg por hectárea.

9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

Ho: Ninguno de los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica analizados tiene efecto sobre el crecimiento, desarrollo o producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Puerto Limón, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Ha: Al menos uno de los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica analizados tiene efecto sobre el crecimiento, desarrollo o producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Puerto Limón, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

10. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

10.1. Ubicación y duración del ensayo

El presente proyecto se llevó a cabo en la parroquia de Puerto Limón de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en las coordenadas geográficas 0°23'12" latitud Sur y 79°22'19" longitud Oeste, durante los meses de abril a agosto del año 2022.

10.2. Tipos de investigación

- **Cuantitativa**

La presente investigación es de tipo cualitativa puesto que la información se obtuvo de fuentes primarias mediante la observación y registros de datos provenientes de la respuesta de las diferentes variables en estudio

- **Experimental**

El presente estudio es de tipo experimental, ya que se basó en el manejo de variables en la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos valorando el efecto de los mismos en el desarrollo fenológico y producción del cultivo en las unidades experimentales bajo estudio, mediante la obtención de datos aleatorios obtenidos de los resultados, expresadas en análisis estadístico, para lo cual se estableció un diseño experimental, plasmado en un ensayo de campo.

- **Documental**

También es de tipo documental, puesto que la fundamentación científica teórica, así como también la comparación de los resultados obtenidos con otros autores citados en el documento está basada en la revisión bibliográfica de literatura citadas en diferentes trabajos investigativos tales como: tesis de pregrado y postgrado, artículos científicos, entre otros, que mencionan todo lo correlacionado al cultivo de maíz.

- **De campo**

El estudio consistió en el establecimiento de un ensayo de campo, donde los datos obtenidos se evaluaron directamente el desarrollo fenológico y la producción del cultivo de maíz con la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos a través de la observación y toma de datos in situ, siendo establecidas en las unidades experimentales seleccionadas al azar.

10.3. Condiciones agrometeorológicas

El clima de la parroquia Puertos Limón de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es húmedo cálido y sus condiciones agrometeorológicas se detallan a continuación:

Tabla 5. Condiciones agrometeorológicas de la parroquia Puerto Limón del cantón Santo Domingo de Tsáchilas

Parámetros	Promedio
Humedad (%)	86
Temperatura (°C)	24
Precipitación (mm)	2770,6
Viento (Km/h)	2
Evapotranspiración potencial (mm)	867,6
Tipo de clima	Húmedo cálido

Fuente: (PDOT Puerto Limón, 2015)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Características del material vegetativo empleado en la investigación

La presente investigación empleó un híbrido de maíz comercial, el cual tiene ciclo de vida de 120 días, altura promedio de planta entre 2,25 a 2,35 metros, frutos con grano de color naranja y buena resistencia al acame, entre otras características que se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Características agronómicas del material vegetativo empleado en la investigación

Característica agronómica	Detalle
Cultivo	Maíz
Híbrido	DAS 3383
Plantas por hectárea	62500
Días a la floración	53 a 55
Días a la cosecha	120
Altura de planta	2,25 a 2,35 metros
Altura de la mazorca	1,15 a 1,25 metros
Tipo de grano	naranja
Resistencia al acame	buena

Fuente: (Farmagro, 2020)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.4.2. Características de los fertilizantes empleados en la investigación

Los fertilizantes empleados en la investigación fueron de origen orgánico como también inorgánicos

a. Abono orgánico

Como fuente orgánica en el presente estudio se empleó un humus de lombriz, el cual poseía elementos como el nitrógeno, fosforo potasio, cálcico, magnesio, sodio y hierro en las proporciones mostradas en la tabla 7.

Tabla 7. Características del abono orgánico utilizado en la investigación

Composición nutricional	%
Nitrógeno total	1,5
Nitrógeno orgánico	1,3
Potasio	1,6
Fosforo	2,2
Calcio	6,4
Sodio	0,2
Hierro	0,9
Magnesio	0,8

Fuente: Bioagrotecsa (2022)

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

b. Abonos inorgánicos

Como fuentes inorgánicas se emplearon dos abonos compuestos, el primero estaba compuesto por nitrógeno, fosforo y potasio, y sus concentraciones eran las siguientes:

Tabla 8. Características del abono inorgánico compuesto utilizado en la investigación

Composición nutricional	%
Nitrógeno total	10
Fósforo	30
Potasio	10
Azufre	0

Fuente: Agripac

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

El segundo fertilizante inorgánico estaba compuesto por dos nutrientes (nitrógeno y azufre) y sus concentraciones eran las mostradas en la tabla a continuación:

Tabla 9. Características de abono inorgánico nitrogenado utilizado en la investigación

Composición nutricional	%
Nitrógeno total	20,5
Fósforo	0
Potasio	0
Azufre	24

Fuente: Agripac

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.4.3. Otros materiales y equipos empleados en la investigación

Además de los materiales ya descritos la presente investigación empleó otros materiales y equipos para su ejecución, los cuales se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Otros materiales y equipos empleados en la investigación

Materiales	Unid.	Equipos	Unid.
Piola	1	Balanza de precisión	1
Machete	1	Bomba de mochila	1
Cintas métricas	1	Computadora	1
Libreta de campo	1	Balanza	1
Espeque	1		

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.5. Factores en Estudio

La presente investigación es de tipo factorial, con un arreglo A x B, donde el factor A: son los tipos de fertilizantes utilizados en la investigación y como factor B: dosis de aplicación ajustadas a la necesidad del cultivo.

10.6. Diseño experimental

El diseño experimental empleado en la presente investigación fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de A x B, con 5 tratamientos y 4 repeticiones o bloques experimentales (ver anexo 5).

10.7. Tratamientos de estudio

Los tratamientos de estudio empleados en la presente investigación se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 11. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Descripción
T1	FO100	Fertilizante orgánico al 100 % de la necesidad
T2	FO50	Fertilizante orgánico al 50 % de la necesidad
T3	FI100	Fertilizantes inorgánicos al 100 % de la necesidad
T4	FI50	Fertilizantes inorgánicos al 50 % de la necesidad
T5	TEST	Testigo

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.8. Esquema del experimento

En la tabla 9 se presenta el esquema del experimento, el cual contaba con 20 unidades experimentales en total. Las unidades experimentales estaban compuestas por 120 plantas cada uno, debido a que cada parcela tenía 6 hileras y cada una de estas a su vez constaba con 20 plantas, sumaban un total de 2400 plantas de maíz en todo el ensayo experimental.

Tabla 12. Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	Unidades experimentales/ parcela elemental	N° de unidad experimental/ parcela elemental
T1	4	1	4
T2	4	1	4
T3	4	1	4
T4	4	1	4
T5	4	1	4
Total			20

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.9. Análisis de varianza

El presente trabajo de investigación se desarrolló con un total de 15 grados de libertad de acuerdo con los cálculos establecidos en el ANOVA mostrado en la tabla 13.

Tabla 13. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Bloques	$(r - 1)$	3
Factor A	$(a - 1)$	1
Factor B	$(b - 1)$	1
A x B	$(a - 1) (b - 1)$	1
Error experimental	$(r-1) (ab-1)$	9
Total	$(rab-1)$	15

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.10. Procesamiento y análisis de la información recolectada

El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo se realizó con la ayuda del software estadístico desarrollado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba Infostat, aplicando la prueba Tukey al 5%.

10.11. Manejo del ensayo

10.11.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se la efectuó de forma mecánica, con dos pases de arado a 30 cm de profundidad, con la finalidad de descompactar las capas superficiales del suelo mejorando las condiciones para la germinación de la semilla, posteriormente se efectuó una aplicación de herbicida para eliminar las malezas presentes.

10.11.2. Análisis de suelo

Para el análisis de suelo se tomaron 20 submuestras a 20 centímetros de profundidad con ayuda de una pala dentro del área útil de cada parcela experimental, posteriormente se depositaron en un recipiente de plástico y se procedió a mezclar y pesar 1 Kg, mismo que después del envasado y etiquetado se enviaron al laboratorio de suelos del INIAP Pichilingue en el cantón Quevedo.

10.11.3. Siembra

La siembra se la realizó de forma manual con la ayuda de un espeque (herramienta rudimentaria que consiste en una estaca de madera con punta) a distancias de 20cm entre plantas por 80 cm entre cada hilera de plantas, teniendo una densidad de 62500 plantas/ha.

10.11.4. Fertilización

La fertilización se estableció en función de las necesidades de cultivo con relación a los resultados del análisis de suelo (ver anexo 6) y su interpretación, considerando los tipos de fertilizantes empleados en la investigación (orgánico e inorgánico), así como también la eficiencia de los elementos que lo componen con la finalidad de establecer las cantidades aplicadas en el ensayo de campo (ver anexo 7), tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 14. Plan de fertilización empleado en la investigación en dosis por hectárea

Fuentes	Dosis con base a la necesidad de la planta (Kg/ha)	
	100%	50%
10-30-10	1323,16	661,58
Sulfato de amonio	158	79
Abono orgánico	3000	1500

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

Las dosis expresadas en la tabla 10 (Kg/ha) se distribuyeron por tratamiento de acuerdo a las descripciones establecidas en la tabla 8. Se efectuaron aplicaciones en gramos por planta, tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 15. Plan de fertilización por tratamientos de la investigación en dosis por planta

Tratamiento	gr/planta			
	Abono orgánico	10-30-10	Sulfato de amonio	Total, aplicado
T1: F. Orgánica al 100%	150	0	0	150
T2: F. Orgánica al 50%	75	0	0	75
T3: F. Inorgánica al 100%	0	26,46	3,17	29,63
T4: F. Inorgánica al 50%	0	13,23	1,58	14,82
T5: Testigo	0	0	0	0

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

10.11.5. Control de malezas

Se efectuó mediante la aplicación de Paraquat en dosis de 2 litros/ha antes de la siembra del cultivo, posteriormente los controles de malezas se realizaron manualmente con ayuda de un machete cuando existían más de 20 las malezas por m² y estas tenían al menos 4 hojas funcionales o más de 5 cm de altura.

10.11.6. Manejo de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se empleó un Chlorpyrifos en dosis de 1,2 litros/ha, efectuando tres aplicaciones, a los 15, 30 y 45 días posteriores a la siembra, como método preventivo para *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) ya que es una plaga clave del cultivo de maíz. En cuanto al manejo de enfermedades, no se realizaron aplicaciones de fúngicas o bactericidas puesto que no se presentaron problemas con ningún tipo de agente patógeno que fuese considerado como pérdidas significativas.

10.11.7. Riego

El presente trabajo no requirió de labores de riego puesto que efectuó al final de la época de lluvias y bajo el sistema de siembra con humedad remanente, dada las condiciones climáticas de zona (lluvias frecuentes) y las características del suelo se mantuvo un contenido de humedad adecuado durante las etapas críticas del cultivo.

10.11.8. Cosecha

La cosecha se efectuó cuando aproximadamente el 95% de las plantas presentaba una coloración café y aspecto seco en su estructura fisiológica, el grano de la mazorca presenta una base negra (madurez fisiológica).

10.12. Variables a evaluar

En la presente investigación se consideraron el estudio de variables morfométricas de crecimiento y desarrollo, así como de reproducción y producción, las cuales son detalladas a continuación:

10.12.1. Altura de planta (m)

Se estableció con la ayuda de una cinta métricas en 10 plantas seleccionadas al azar a los 15, 30 y 60 días después de la siembra, en área útil de cada unidad experimental o parcela, midiendo la longitud comprendida entre el ápice y la base de planta sobre la superficie de suelo.

10.12.2. Diámetro del tallo (mm)

Por medio de un calibre o pie de rey se estableció el diámetro del tallo a 5 cm de altura con relación a la superficie del suelo en 10 plantas seleccionadas al azar, a los 15, 30 y 60 días después de la siembra, en el área útil de cada unidad experimental o parcela.

10.12.3. Días a la floración

Se contó el número de días transcurridos desde la siembra, hasta que el al menos 50% + 1 de las plantas de cada unidad experimental tenían emergencia de flor, este proceso se efectuó por separado para inflorescencia masculina y femenina.

10.12.4. Peso de la mazorca (gr)

Al momento de la cosecha se procedió a seleccionar 10 mazorcas al azar, del área útil de cada una de las unidades experimentales o parcelas y se estableció su peso con ayuda de una balanza de precisión sin considerar al pedúnculo de su base.

10.12.5. Longitud de la mazorca (cm)

En las mismas mazorcas seleccionadas y utilizadas para medir su peso descritas en la variable anterior, se procedió a medir con la ayuda de una cinta métrica la longitud comprendida entre su ápice y el centro de la base de la misma una vez retirado el pedúnculo.

10.12.6. Diámetro de la mazorca (cm)

Al igual que la longitud de mazorca, esta variable también se estableció en la misma mazorca seleccionadas para el peso, procediendo a medir su diámetro de la parte ecuatorial de cada una de ellas con ayuda de una cita métrica.

10.12.7. Numero de hileras por mazorca

Para este variable se emplearon las mazorcas antes mencionadas y se procedió a contar la cantidad de hileras con granos que poseía cada una de ellas.

10.12.8. Numero de granos por mazorca

Posterior al conteo de las hileras de la mazorca se procedió al desgrane y conteo de todos los granos de cada una de estas.

10.12.9. Peso de 100 granos (gr)

Después del desgranado y conteo de granos que poseía cada una de las mazorcas en estudio, se seleccionaron 100 granos completamente al azar y procedió a medir su peso con ayuda de una balanza de precisión.

10.12.10. Humedad del grano a la cosecha

Esta variable se efectuó al momento del desgrane de las mazorcas de maíz de cada tratamiento en estudio y se estableció con la ayuda de un detecto de humedad.

10.12.11. Rendimiento

Para esta variable se establecieron rendimientos en húmedo, es decir, con la humedad de campo o de cosecha que poseía el grano y posteriormente se lo ajusto a humedad de comercialización del grano en seco (13%).

Para el cálculo del rendimiento en húmedo se empleó la metodología descrita por Calvo (2020), la cual aplica la siguiente formula:

Rendimiento = densidad (plantas/10m²) x n° de mazorcas/planta x n° de granos/mazorca x peso de 1000 granos = kg/ha.

Posteriormente se ajustó el rendimiento a 13 % de humedad, mediante la formula descrita por Franklin (2021), la cual se presenta a continuación:

$$R = \frac{Pc (100-Ha)}{100-Hd}$$

Dónde:

R	=	Rendimiento
Pc	=	Peso de campo
Ha	=	Humedad actual
Hd	=	Humedad deseada

Finalmente, con rendimiento en seco se pudo establecer el rendimiento en quintales métricos (100 libras) que es la forma más común de comercialización del grano de maíz.

10.12.12. Análisis económico

El análisis económico se lo realizó en función del rendimiento obtenido en quintales métricos (100 libras), estableciendo los ingresos que se obtendrían por la venta en función del precio de venta y el costo de cada uno de los tratamientos en estudio, para cual se desarrolló el proceso descrito a continuación:

a. Ingreso bruto por tratamiento

Estos rubros se obtienen por los valores totales en el desarrollo de la investigación por lo que se utiliza la siguiente formula.

$$IB = Y \times PY$$

Donde:

IB	=	Ingreso bruto
Y	=	Producto
PY	=	Precio del producto

b. Costos totales por tratamiento

Para calcular los costos totales, se tomó en cuenta cada uno de los valores de inversión para desarrollar los trabajos necesarios en la producción de maíz duro (costos fijos y variables), los mismos que fueron identificados y sumados para cada uno de los tratamientos.

$$CT = X + PX$$

Donde:

CT	=	Costos totales
X	=	Costos fijos
PX	=	Costos variables

c. Beneficio neto (BN)

Se obtuvo mediante la diferencia de los ingresos brutos y costos totales, para ello se empleó la siguiente formula:

$$BN = IB - CT$$

Donde:

BN	=	beneficio neto
IB	=	ingreso bruto
CT	=	costos totales

d. Relación costo/beneficio (B/C)

El índice neto de rentabilidad se obtuvo al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales, aplicando la siguiente fórmula:

$$B/C = BN / CT$$

Donde:

B/C	=	El costo-beneficio o índice neto de rentabilidad
BN	=	beneficios netos
CT	=	costos totales

e. Rentabilidad

Se obtuvo a partir de dividir los beneficios de la inversión entre el capital invertido. Para obtener el porcentaje, se debe multiplicar el resultado obtenido por 100.

$$ROI = BN / CT * 100$$

Donde:

ROI	=	retorno de la inversión o rentabilidad
BN	=	beneficios netos
CT	=	costos totales

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de planta

Con análisis estadístico, se puede evidenciar que existe diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos con relación a la altura de planta. En la tabla 16 se puede apreciar que el mejor tratamiento fue T3: F. Inorgánica al 100%, obteniendo la mayor altura de planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra con 30,27 cm, 64,35 cm y 193,00 cm respectivamente, seguido del T1: F. Orgánica al 100% con valores de 29,05 cm, 61,59 cm y 171,50 cm, siendo T5: Testigo sin aplicación de fertilizantes el de menor crecimiento, con promedios de 26,48 cm, 50,10 cm y 129,13 cm en los mismos momentos de evaluación descritos con anterioridad.

Los resultados obtenidos en el presente estudio con relación a la altura de planta, están de acuerdo con Ríos et. al (2019), quien en su estudio denominado *Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo*, demostró que los fertilizantes químicos muestran mejor desarrollo, ya que entre sus principales resultados destaca la fertilización inorgánica con plantas de mayor altura a los 35 y 63 días con 91,10 cm y 215,43 cm respectivamente, a su vez estos contrastan con lo que establecen Arnesto & Benavides (2003), quienes con base a su investigación denominada *Efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays)*, manifiestan que la fertilización orgánica es más apropiada para el cultivo de maíz, ya que se obtuvo mayor altura de la planta a los 33 y 61 días con valores de 69 cm y 172,6 cm respectivamente en el tratamiento orgánico,

Tabla 16. Altura de planta en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Altura de planta (cm)		
	15 días	30 días	60 días
T3: F. Inorgánica al 100%	30,27 a	64,35 a	193,00 a
T1: F. Orgánica al 100%	29,05 ab	61,59 a	171,50 b
T4: F. Inorgánica al 50%	28,73 ab	57,90 ab	161,63 b
T2: F. Orgánica al 50%	27,10 b	57,02 ab	164,75 b
T5: Testigo	26,48 b	50,10 b	129,13 c
CV:	4,45	6,57	3,32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.1. Efecto simple en la altura de planta

Con base a los resultados obtenidos se pudo demostrar que la fertilización inorgánica estimula un mejor crecimiento y desarrollo de planta, siempre que ésta cubra el 100% de la necesidad de la planta, tal como se aprecia en la tabla siguiente.

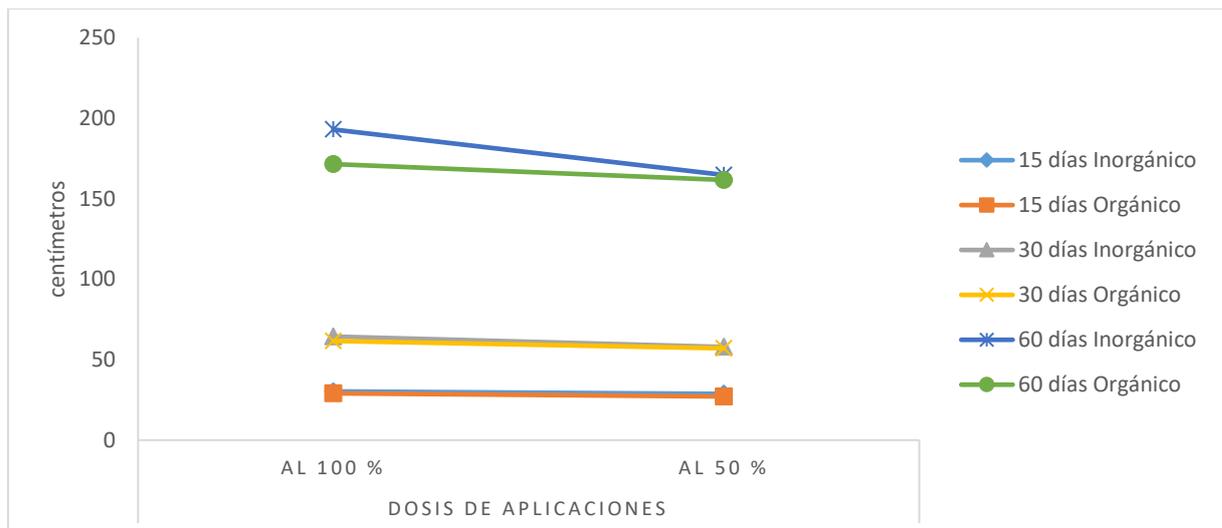
Tabla 17. Efecto simple en la altura de planta en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Altura de planta (cm)		
	15 días	30 días	60 días
A: Fertilizantes			
Inorgánicos	29,50 a	61,13 a	177,31 a
Orgánico	28,07 b	59,31 a	168,13 b
B: Dosis de aplicaciones			
Al 100 %	29,66 a	62,97 a	182,25 a
Al 50 %	27,91 b	57,46 b	163,19 b
CV:	4,27	7,52	3,6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.1.2. Interacción en la altura de planta

Figura 1. Interacciones en la altura de planta a los 15, 30 y 60 días de edad del cultivo.



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

En cuanto a la interacción fertilización por dosis de aplicación los mejores resultados se obtuvieron con la fertilización inorgánica con dosis de aplicaciones al 100% de la necesidad

del cultivo con un valor promedio de 30,27 cm a los 15 días, 64,35 cm a los 30 días y 193,00 cm a los 60 días tal como se aprecia en la figura 1.

Los resultados reflejados, demuestran que la fertilización inorgánica en dosis al 100% supera claramente a la fertilización orgánica en aplicaciones al 100% y al 50%, esto responde a que el maíz tiene una alta demanda nutricional y a que los fertilizantes orgánicos normalmente tienen un bajo contenido nutricional (Borra, 2017).

11.2. Diámetro del tallo

En la tabla 18 se aprecia en función del análisis estadístico que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, donde el mejor tratamiento fue T3: F. Inorgánica al 100% con respecto al diámetro de tallo evaluado a los 15, 30 y 60 días de edad del cultivo con valores de 6,22 mm, 12,18 mm y 38,88 mm respectivamente. Los segundos mejores resultados fueron de T1: F. Orgánica al 100% con 5,59 mm a los 15 días, 11,06 mm a los 30 días y 32,38 mm a los 60 días, ubicándose como los menores resultados 4,44 mm a los 15 días, 9,75 mm a los 30 días y 27,00 mm a los 60 días obtenidos por el T5: Testigo.

Tabla 18. Diámetro del tallo en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Diámetro de planta (mm)		
	15 días	30 días	60 días
T3: F. Inorgánica al 100%	6,22 a	12,18 a	38,88 a
T1: F. Orgánica al 100%	5,59 b	11,06 b	32,38 b
T2: F. Orgánica al 50%	5,34 bc	10,74 b	32,70 b
T4: F. Inorgánica al 50%	4,86 cd	10,41 bc	30,88 bc
T5: Testigo	4,44 d	9,75 c	27,00 c
CV:	5,23	3,72	6,09

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Los resultados expresados en la tabla anterior corroboran lo establecido por Ríos et. al (2019), manifestado que el mejor crecimiento y desarrollo del maíz se obtiene con fertilización inorgánica ya que en su estudio *Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo*, los mejores resultados en función del diámetro de la planta fueron del tratamiento sintético con valores de 1,98 cm a los 35 días y 2,15 cm a los 42 días de edad de la planta. También corroboran los resultados de Merchan (2020) en su trabajo

Evaluación de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (Zea mays.) ADV- 9735, en el recinto Cantagallo, Jipijapa Manabí donde se obtuvo los mejores diámetros de la plata a partir de aplicación de un fertilizante inorgánico.

11.2.1. Efecto simple en el diámetro de planta

En el análisis estadístico del efecto simple de los factores en estudio, se pudo establecer que la fertilización inorgánica, así como una aplicación al 100 % de la necesidad de la planta tiene los mejores resultados con relación a la variable diámetro del tallo, lo que cual se evidencia en la tabla 19. El análisis estadístico no muestra diferencia significativa entre los fertilizantes del factor A, a los 15 y 30 días, pero si a los 60 días mientras que para el factor B si existe diferencia estadística significativa en los diferentes días de evaluación.

Tabla 19. Efecto simple en el diámetro del tallo en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Diámetro de planta (mm)		
	15 días	30 días	60 días
A: Fertilizantes			
Inorgánicos	5,54 a	11,29 a	34,88 a
Orgánico	5,46 a	10,9 a	32,54 b
B: Dosis de aplicaciones			
Al 100 %	5,91 a	11,62 a	35,63 a
Al 50 %	5,1 b	10,57 b	31,79 b
CV:	5,48	3,83	4,91

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

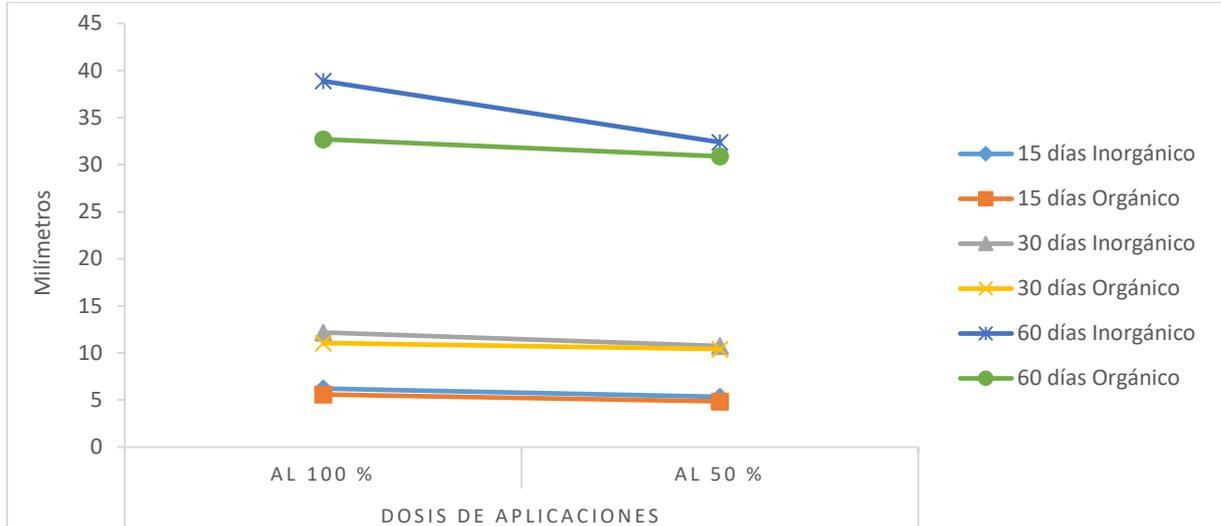
11.2.2. Interacción en el diámetro de planta

Por otra parte, tal como se evidencia en la figura 2 la mejor interacción es la de fertilización inorgánica aplicando el 100% de la dosis a la necesidad del cultivo, en los diferentes días de evaluación.

A los 15 días de edad del cultivo con 6,22 mm de diámetro, a los 30 días 12,18 mm y a los 60 días 38,88 mm. Por otra parte, la interacción fertilización orgánica con dosis al 100% y 50% están por debajo de los mejores resultados obtenidos en el presente estudio, esto se debe a que

los fertilizantes inorgánicos poseen altos contenidos nutricionales y por ende capacidad de adaptarse a las necesidades específicas de la planta (Neves, 2022)

Figura 2. Interacciones en el diámetro de planta a los 15, 30 y 60 días de edad del cultivo



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.3. Días a la floración

Tabla 20. Días a la floración en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Días a la floración
T4: F. Inorgánica al 50%	60,75 a
T3: F. Inorgánica al 100%	60,25 a
T2: F. Orgánica al 50%	57,25 b
T1: F. Orgánica al 100%	56,13 bc
T5: Testigo	55,38 c
CV:	1,21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Según el análisis estadístico existe diferencia significativa entre los promedios de días a la floración de los tratamientos analizados, donde el tratamiento más precoz fue T5: Testigo con 55,38 días, seguido de T1: F. Orgánica al 100% con 56,13 días, mientras que T4: F. Inorgánica al 50% fue el más tardío con 60,75 días hasta que floreció. Estos valores se encuentran por encima de los valores señalados por Farmagro (2020) quien en su ficha técnica menciona que la floración del híbrido en estudio se da entre los 53 y 55 días posteriores a la siembra. El retraso en la floración probablemente se deba a las condiciones climáticas de la zona, puesto que

predominaron los días de lluvia especialmente en etapa vegetativa del cultivo pidiendo influir significativamente (Meléndez & Molina, 2003).

11.3.1. Efecto simple en días a la floración

Existe diferencia estadística significativa en ambos factores de estudio. En el factor A, los mejores resultados tomando como positivo la precocidad en la floración, se obtuvieron con orgánico, en el factor B, los mejores resultados se dieron al 50% de la demanda de la planta.

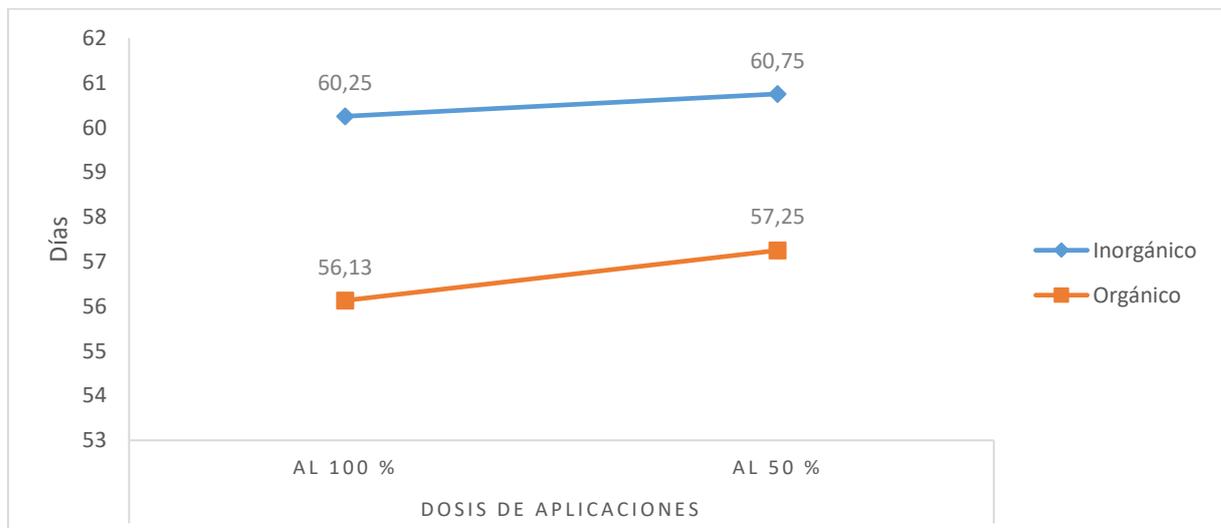
Tabla 21. Efecto simple en días a la floración en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Días a la floración
A: Fertilizantes	
Inorgánicos	60,5 a
Orgánico	56,69 b
B: Dosis de aplicaciones	
Al 100 %	59 a
Al 50 %	58,19 b
CV:	1,25

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.3.2. Interacción en días a la floración

Figura 3. Interacción en días a la floración



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

Con respecto a la interacción en la floración, considerando la precocidad, el mejor resultado se muestra en el fertilizante orgánico al 100% de la dosis en función de la demanda, con 56,13 días hasta la floración, mientras que con fertilización inorgánica la floración se retrasa hasta los 60 días aproximadamente, lo cual se apreció en la figura 3.

11.4. Peso de la mazorca

Para el peso de la mazorca el análisis estadístico estableció diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, siendo T3: F. Inorgánica al 100% las mazorcas de mayor peso con un promedio de 39,00 gr, seguido de T1: F. Orgánica al 100% con medias de 358,75 gr por mazorca, mientras que la de menor peso fueron las mazorcas de T5: Testigo, tal como se aprecia en la tabla 22. Estos resultados también concuerdan con Merchan (2020) quien en su evaluación de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays*) ADV- 9735, en el recinto Cantagallo, Jipijapa Manabí expresa que la fertilización inorgánica obtuvo mejores resultados con 379,31 gr por mazorca.

Tabla 22. Peso de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Peso de la mazorca (gr)
T3: F. Inorgánica al 100%	390,00 a
T1: F. Orgánica al 100%	358,75 b
T4: F. Inorgánica al 50%	335,75 bc
T2: F. Orgánica al 50%	330,50 c
T5: Testigo	254,50 d
CV:	3,6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.4.1. Efecto simple en peso de la mazorca

Como se apreció en la tabla 23 no existe diferencia significativa en los fertilizantes del factor A, sin embargo, los inorgánicos tiene el mejor peso de mazorca con 362,88 gr, mientras que las dosis aplicaciones si difieren estadísticamente en el factor B, siendo la del 100% el mejor resultado con 374,38 gr.

Tabla 23. Efecto simple en el peso de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

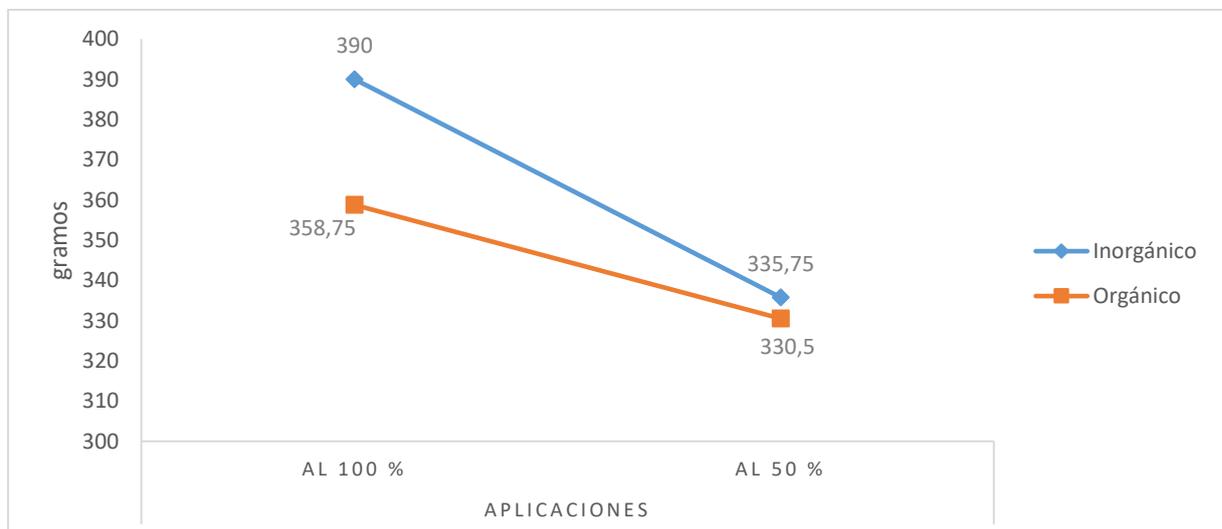
Factores	Peso de la mazorca (gr)
A: Fertilizantes	
Inorgánicos	362,88 a
Orgánico	344,63 a
B: dosis de aplicaciones	
Al 100 %	374,38 a
Al 50 %	333,13 b
CV:	6,29

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.4.2. Interacción en peso de la mazorca

La mejor interacción es la expresada por los fertilizantes inorgánicos aplicado al 100% de la demanda de la planta, por encima del resto de aplicaciones, como se aprecia en la figura a continuación:

Figura 4. Interacción en el peso de la mazorca.



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.5. Longitud de la mazorca

Con los análisis estadísticos de los datos obtenidos en la variable longitud de mazorca se pudo establecer que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos, donde T3: F. Inorgánica al 100% como promedios de 25 cm de largo, las segundas mazorcas

más largas fueron de T1: F. Orgánica al 100% con 20,75 cm, sin embargo, este dato no difiere significativamente de T4: F. Inorgánica al 50% y T2: F. Orgánica al 50%, siendo T5: Testigo donde se obtuvieron las mazorcas más pequeñas con 16,46 cm de largo, como se evidencia en la tabla 24. Resultado que concuerdan con Merchan (2020), quien también obtuvo las mazorcas más largas con la aplicación de fertilizantes inorgánicos con 21,41 cm, en su estudio *Evaluación de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (Zea mays.) ADV- 9735, en el recinto Cantagallo, Jipijapa Manabí.*

Tabla 24. Longitud de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Longitud de la mazorca (cm)
T3: F. Inorgánica al 100%	25,00 a
T1: F. Orgánica al 100%	20,75 b
T4: F. Inorgánica al 50%	20,00 b
T2: F. Orgánica al 50%	20,00 b
T5: Testigo	16,43 c
CV:	3,69

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.5.1. Efecto simple en la longitud de la mazorca

Tabla 25. Efecto simple en longitud de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Longitud de la mazorca (cm)
A: Fertilizantes	
Inorgánicos	22,50 a
Orgánico	20,38 b
B: Dosis de aplicaciones	
Al 100 %	22,88 a
Al 50 %	20,00 b
CV:	3,87

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

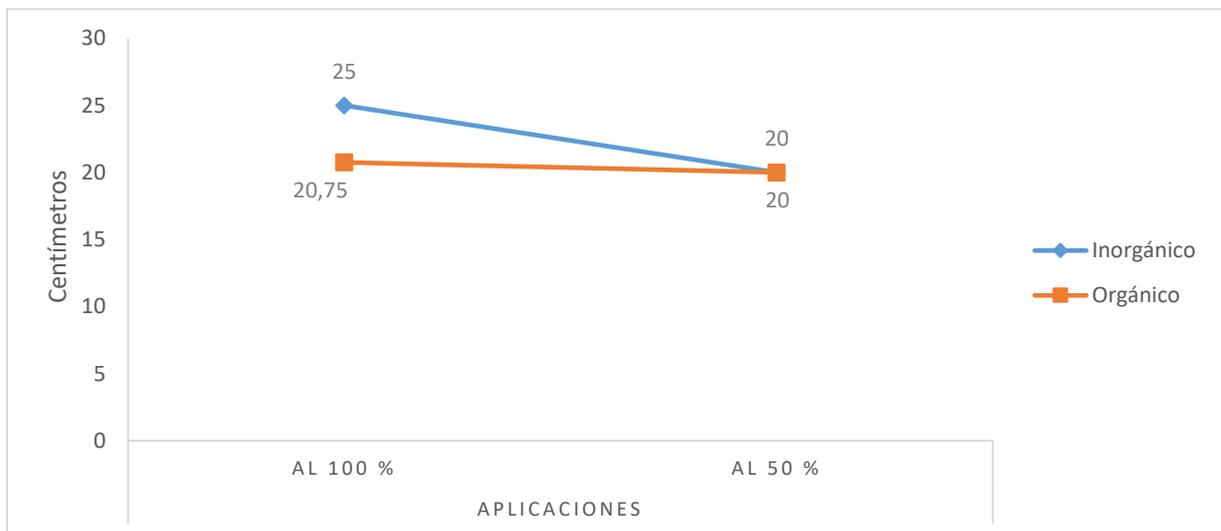
De conformidad con el análisis estadístico del efecto simple, existe diferencia estadística significativa en los fertilizantes del factor A, así como también, en las dosis de aplicaciones del

factor B, donde los mejores resultados son los fertilizantes inorgánicos y la dosis de aplicación al 100% de la necesidad del cultivo.

11.5.2. Interacción en la longitud de la mazorca

La mejor interacción fertilizante por dosis de aplicación en cuanto a longitud de la mazorca fue la de inorgánicos en dosis al 100% de la necesidad de la planta, puesto que provee un abastecimiento balanceado de todos los nutrientes esenciales, sincronizando la liberación con la demanda del cultivo (Graso & Díaz, 2020).

Figura 5. Interacción en la longitud de la mazorca



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.6. Diámetro de la mazorca

En la tabla 26 se puede apreciar que existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos, excepto en los tratamientos: T1: F. Orgánica al 100%, T4: F. Inorgánica al 50% y T2: F. Orgánica al 50%. El mejor diámetro de mazorca se obtuvo con el T3: F. Inorgánica al 100% con promedio de 91,25 mm, le siguen un 64,63 mm obtenido en el T1: F. Orgánica al 100%, donde el peor resultado fue de T5: Testigo con 52,00 mm. Resultados que no están de acuerdo con Baez & Marín (2010), ya que en su *Evaluación de una mezcla de abono orgánico versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays)* concluyen que el uso de diferentes fuentes orgánica e inorgánica no afectan significativamente al crecimiento del cultivo, reflejando como mejor diámetro de mazorca 4,8 cm.

Tabla 26. Diámetro de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Diámetro de la mazorca (mm)
T3: F. Inorgánica al 100%	71,25 a
T1: F. Orgánica al 100%	64,63 b
T4: F. Inorgánica al 50%	60,63 b
T2: F. Orgánica al 50%	59,75 b
T5: Testigo	52,00 c
CV:	4,69

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.6.1. Efecto simple en el diámetro de la mazorca

Con el análisis estadístico del efecto simple se demostró que existe diferencia significativa entre los componentes de los factores en estudio. En el factor A los mejores fertilizantes fueron inorgánicos con 65,94 mm en el diámetro de la mazorca, mientras que la dosis aplicación más apropiada es la del 100%, lo cual se aprecia en la tabla a continuación:

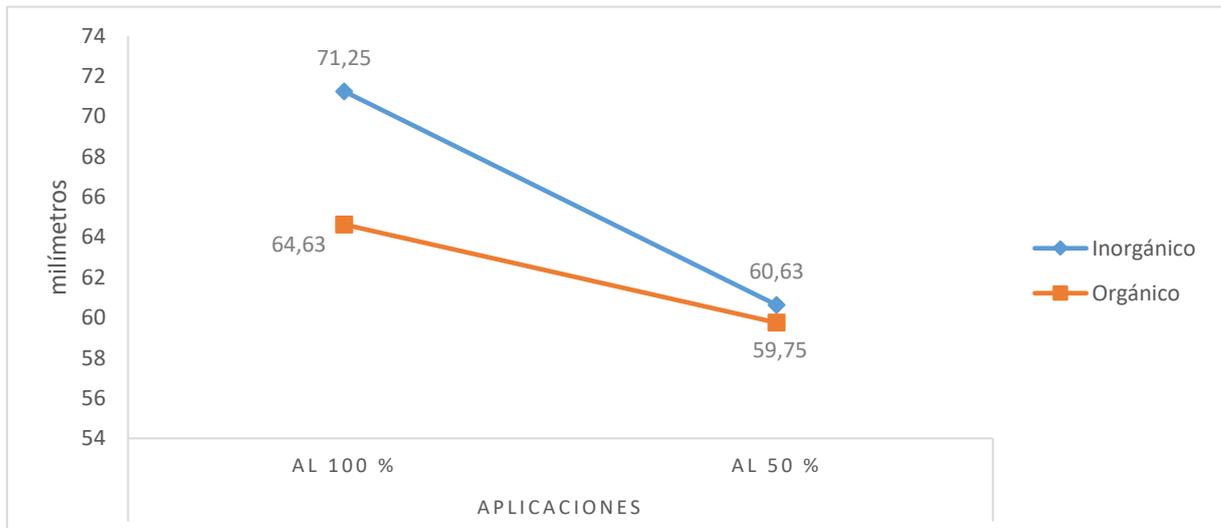
Tabla 27. Efecto simple en el diámetro de la mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Diámetro de la mazorca (mm)
A: Fertilizantes	
Inorgánicos	65,94 a
Orgánico	62,19 b
B: Dosis de aplicaciones	
A1 100 %	67,94 a
A1 50 %	60,19 b
CV:	5,21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.6.2. Interacción en el diámetro de la mazorca

Como se aprecia en la figura 6, la mejor interacción de dio en la fertilización inorgánica al 100% de la dosis de aplicación con 71,25 mm de diámetro en la mazorca, esto se debe a que se asegura los nutrientes esenciales, evitando errores como abonaduras parciales (Finck, 2021).

Figura 6. Interacción en el diámetro de la mazorca.

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.7. Número de hileras por mazorca

Con base a la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$), se evidenció que existe diferencia esta dística significativa en los tratamientos, excepto: T2: F. Orgánica al 50%, T4: F. Inorgánica al 50% y T5: Testigo no difieren significativamente, donde la mayor cantidad de hileras por mazorca se obtuvo en el T3: F. Inorgánica al 100% con promedio de 16 mazorcas y T1: F. Orgánica al 100% con 15,13 hileras, siendo T4: F. Inorgánica al 50% y T5: Testigo los de menor números de hileras por mazorca.

Tabla 28. Número de hileras por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Número de hileras por mazorca
T3: F. Inorgánica al 100%	16,00 a
T1: F. Orgánica al 100%	15,13 b
T2: F. Orgánica al 50%	14,13 c
T5: Testigo	14,00 c
T4: F. Inorgánica al 50%	14,00 c
CV:	1,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Estos resultados difieren de Arnesto & Benavides (2003) quien considera que la fertilización orgánica con gallinaza es más apropiada a la inorgánica, pese a haber obtenido como mayor número de hileras 13,37 en la fertilización inorgánica. Por otra parte también se discrepa con lo

expresado por Baez & Marín (2010), quienes manifiestan que no afecta significativamente el usar uno u otro tipo de fertilización en la producción de maíz.

11.7.1. Efecto simple en el número de hileras por mazorca

La prueba de Tukey ($p \geq 0,05$), en cuanto al efecto simple de los factores en estudio demostró que existe diferencia estadística significativa, siendo el mejor fertilizante los inorgánicos y la mejor dosis de aplicación al 100%.

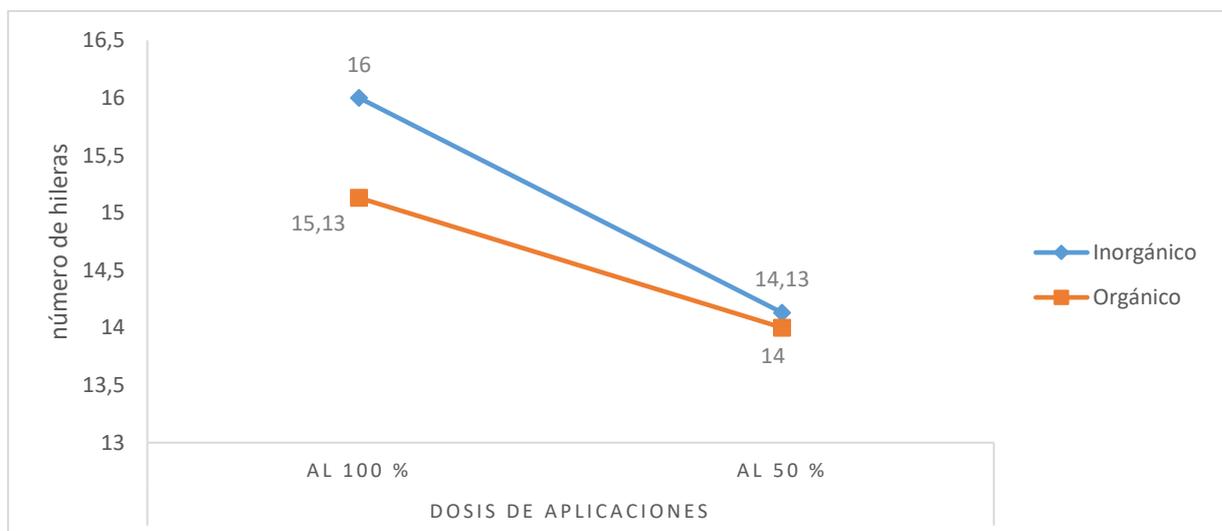
Tabla 29. Efecto simple en el número de hileras por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Número de hileras por mazorca
A: Fertilizantes	
Inorgánico	15,00 a
Orgánico	14,63 b
B: Dosis de aplicaciones	
Al 100 %	15,56 a
Al 50 %	14,06 b
CV:	1,19

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.7.2. Interacción en el número de hileras por mazorca

Figura 7. Interacción en el número de hileras por mazorca



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

Como se evidencia en la figura 7, la mejor interacción se expresa en la fertilización inorgánica con dosis del 100%, mostrando mayor número de hileras: 16. Demostrando que una adecuada fertilización se transforma en una buena producción y desarrollo de mazorca.

11.8. Número de granos por mazorca

De conformidad con la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$) existe diferencia estadística significativa en los promedios de número de granos por mazorca, teniendo como mejor resultado 330 granos obtenidos por el T3: F. Inorgánica al 100%, 275,00 granos en el T4: F. Inorgánica al 50% y como menor resultado 186,25 granos del T5: Testigo.

Tabla 30. Número de granos por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Número de granos por mazorca
T3: F. Inorgánica al 100%	330,00 a
T4: F. Inorgánica al 50%	275,00 b
T1: F. Orgánica al 100%	266,25 b
T2: F. Orgánica al 50%	256,25 b
T5: Testigo	186,25 c
CV:	4,69

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Los espacios y superficies para la actividad agrícola son optimizados gracias a los fertilizantes químicos. Además de mejorar la absorción de los nutrientes del suelo, estos fertilizantes incrementan hasta en un metro la profundidad de las raíces: así, las plantas son mucho más firmes y pueden nutrirse de forma plena de las aguas subterráneas (Eximgro, 2021), lo cual a su vez repercute en un mayor número de granos por mazorca como se pudo apreciar en los resultados de la tabla 30.

11.8.1. Efecto simple en el número de granos por mazorca

En el efecto simple en la variable número de granos por mazorca, el análisis estadístico estableció diferencias estadísticas significativa entre los componentes de los factores A y B, siendo los mejores fertilizantes los inorgánicos, así como también la mejor dosis aquella que se aplica al 100% de la demanda del maíz.

Tabla 31. Efecto simple número de granos por mazorca en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

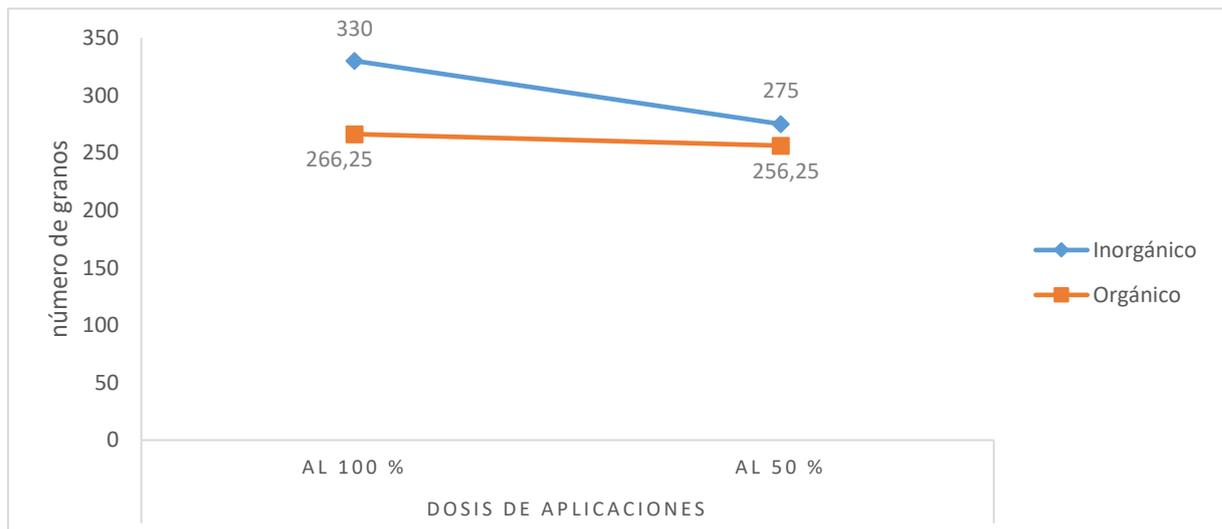
Factores	Número de granos por mazorca
A: Fertilizantes	
Inorgánico	302,50 a
Orgánico	261,25 b
B: c	
Al 100 %	298,13 a
Al 50 %	265,63 b
CV:	6

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.8.2. Interacción en el número de granos por mazorca

Los mejores resultados respecto al número de granos por mazorca se obtuvieron en la interacción fertilizantes inorgánicos por dosis al 100%, tal como se evidencia en la figura 8.

Figura 8. Interacción en el número de granos por mazorca



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.9. Peso de 100 de granos

En la variable peso de 100 granos se evidencia que no existe diferencia estadística significativa entre los promedios obtenidos por cada uno de los tratamientos según Tukey ($p \geq 0,05$), tal como se muestra en la tabla 32, donde el mejor resultado se atribuye al T3: F. Inorgánica al 100% con

33,38 gramos, seguido de T1: F. Orgánica al 100% con 30,50 gramos, mientras que el menor resultado fue del T5: Testigo con 25,13 gramos. Resultados que confirma lo descrito por Merchan (2020), quien en estudio probando fertilizantes orgánicos e inorgánicos demostró mayor eficiencia con los químicos, obteniendo como mayor valor 44,63 gramos en los 100 granos pesados.

Tabla 32. Peso de 100 granos en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Peso de 100 granos (gr)
T3: F. Inorgánica al 100%	33,38 a
T1: F. Orgánica al 100%	30,50 b
T2: F. Orgánica al 50%	27,77 c
T4: F. Inorgánica al 50%	25,95 cd
T5: Testigo	25,13 d
CV:	3,13

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.9.1. Efecto simple en el peso de 100 granos por mazorca

En el efecto simple de la variable peso de 100 granos, mediante el análisis estadístico se establece que no existe diferencia estadística significativa entre los fertilizantes inorgánicos y orgánicos, por otra si existe diferencia significativa entre las dosis de aplicación, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 33. Efecto simple en el peso de 100 granos en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

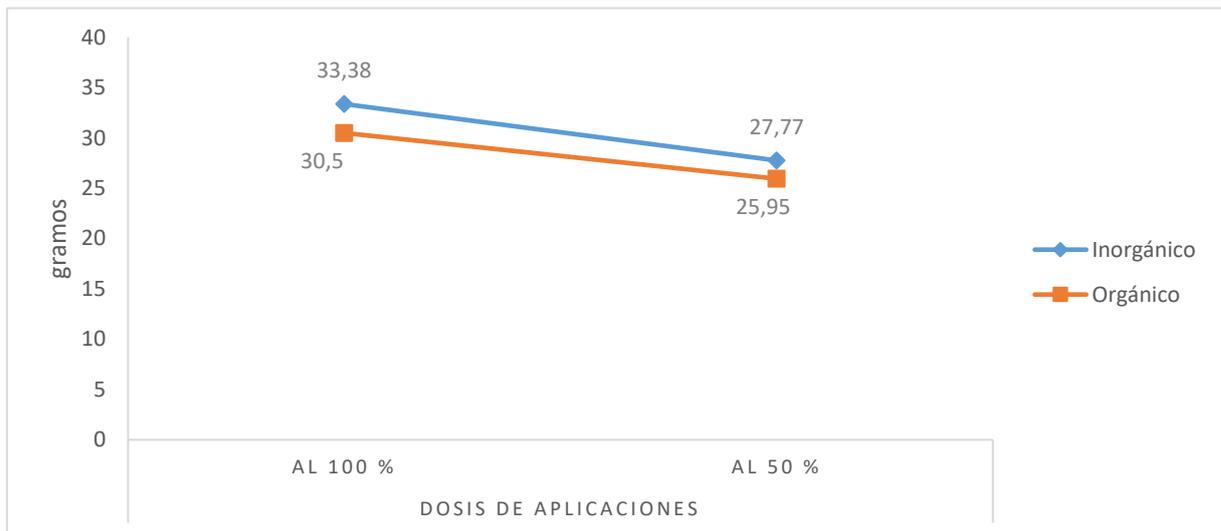
Factores	Peso de 100 granos (gr)
A: Fertilizantes	
Inorgánico	29,66 a
Orgánico	29,14 a
B: Dosis de aplicaciones	
A1 100 %	31,94 a
A1 50 %	26,86 b
CV:	3,85

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.9.2. Interacción en el peso de 100 granos

En cuanto a la interacción se mantiene como la mejor: fertilizantes inorgánicos por dosis al 100%, como se observa en la figura 9.

Figura 9. Interacción en el peso de 100 granos



Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.10. Porcentaje de humedad del grano a la cosecha

Como se muestra en la tabla 34, el análisis estadístico mostró que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, excepto en T5: Testigo, cual obtuvo el menor porcentaje de humedad con 29%, mientras que el maíz más húmedo fue de T3: F. Inorgánica al 100% con 33%.

Tabla 34. Porcentaje de humedad en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	% de humedad del grano a la cosecha
T3: F. Inorgánica al 100%	33,00 a
T4: F. Inorgánica al 50%	32,00 a
T1: F. Orgánica al 100%	31,75 a
T2: F. Orgánica al 50%	31,75 a
T5: Testigo	29,00 b
CV:	1,94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Los resultados señalados en la tabla anterior muestran valores menores de humedad del grano a los expresado por Agrosintesis (2016), quien manifiesta que la humedad del grano en madurez fisiológica es alrededor de los 37 a 38 %, por lo cual se considera positivo lo obtenido en este estudio, debido a que el contenido de humedad del maíz influye directamente en su peso al momento de comercializarlo. La humedad contenida en el grano de maíz es variable y se define como “grado de humedad” (H) en por ciento del peso del grano, y se refiere a la relación o proporción entre el peso de los almidones, azúcares, sacarosa, fructosa, aceite, entre otros compuestos del grano, y la cantidad de agua presente en el mismo

11.10.1. Efecto simple en el porcentaje de humedad del grano a la cosecha

Al analizar el efecto simple en el porcentaje de humedad del grano a la cosecha se estableció que existe diferencia estadística significativa en los fertilizantes del factor A, pero no ocurre así en las dosis de aplicación del factor B, donde el grano con menor grado de humedad se obtuvo con el fertilizante orgánico en dosis de aplicación al 50%, tal como se puede apreciar en la tabla mostrada a continuación:

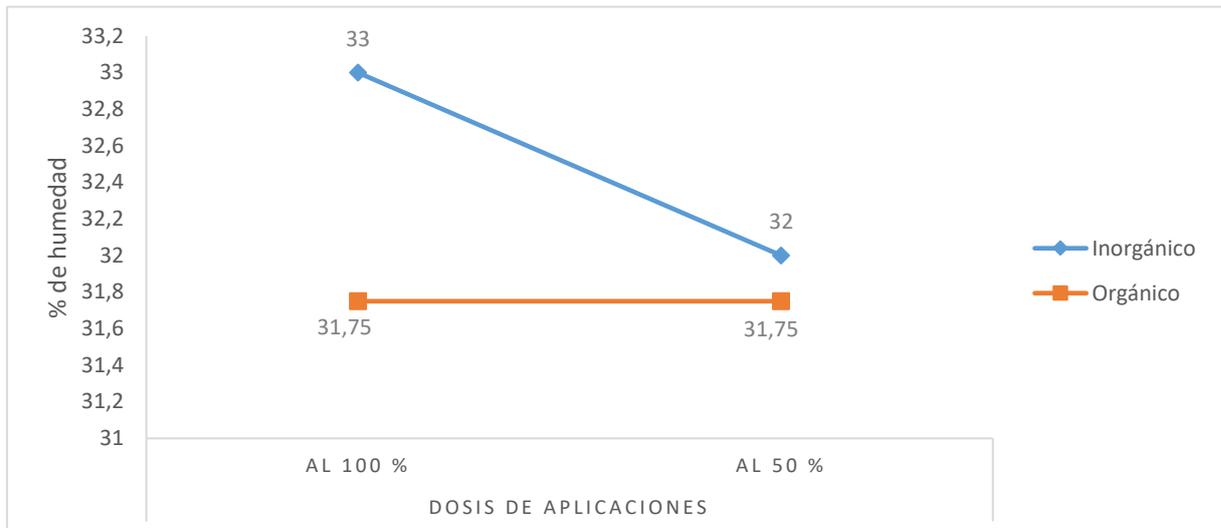
Tabla 35. Efecto simple en el porcentaje de humedad del grano en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	% de humedad del grano a la cosecha
A: Fertilizantes	
Inorgánico	32,50 a
Orgánico	31,75 b
B: Dosis de aplicaciones	
Al 100 %	32,38 a
Al 50 %	31,88 a
CV:	2,41

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.10.2. Interacción en el porcentaje de humedad del grano a la cosecha

En el análisis de las interacciones de los factores en estudio se puede evidenciar en la figura 10, que el mejor resultado considerando como positivo el grano de menor humedad se obtuvo en la utilización de fertilizante orgánico por dosis de aplicación al 50 % de la demanda de la planta de maíz.

Figura 10. Interacción en el porcentaje de humedad del grano a la cosecha

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.11. Rendimiento

Según la prueba de Tukey ($p \geq 0,05$) existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos analizados, siendo T3: F. Inorgánica al 100% el que obtuvo el mejor rendimiento con 6878,13 Kg/ha con humedad de campo, 5296,37 Kg/ha ajustado la humedad al 13%, equivalentes a 116,40 quintales métricos (qqm), seguido de T1: F. Orgánica al 100% con 5068,75 Kg/ha con humedad de campo y 3975,79 Kg/ha ajustado al 13% de humedad, equivalente a 87,38 qqm, donde el menor resultado fue del T5: Testigo con 2923,83 Kg/ha con humedad de campo, 2385,27 Kg/ha ajustados a 13% de humedad lo que equivale a 52,42 qqm.

Tabla 36. Rendimiento en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamiento	Rendimiento por hectárea		
	Húmedo	Ajusta a 13% de humedad	
	Kg	Kg	qqm
T3: F. Inorgánica al 100%	6878,13 a	5296,37 a	116,40 a
T1: F. Orgánica al 100%	5068,75 b	3975,79 b	87,38 b
T4: F. Inorgánica al 50%	4459,85 c	3487,91 c	76,66 c
T2: F. Orgánica al 50%	4447,03 c	3485,85 c	76,61 c
T5: Testigo	2923,83 d	2385,27 d	52,42 d
CV:	5,56	5,42	5,42

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

Con relación al rendimiento, los resultados del presente estudio confirman lo establecido por Ríos et. al (2019), Arnesto & Benavides (2003) y Bejarano & Mendez (2004) quienes coinciden en que se obtienen los mejores rendimeintos con aplicaciones de fertilizantes inorganicos, expresando valores de 3456,48 Kg, 4542,88 Kg y 8 545,87 Kg respectivamente.

11.11.1. Efecto simple en el rendimiento

Con el análisis estadístico como se aprecia en la tabla 37 existe diferencia estadística significativa entre los fertilizantes del factor A así como también en las dosis de aplicación del factor B, siendo el abono inorgánico y la dosis de aplicación al 100% los de mejores rendimientos, corroborando el gran alcance de los fertilizantes químicos está fuera de duda: estos cuentan con características orientadas a satisfacer las altas expectativas y necesidades de la agricultura intensiva (Neves, 2022).

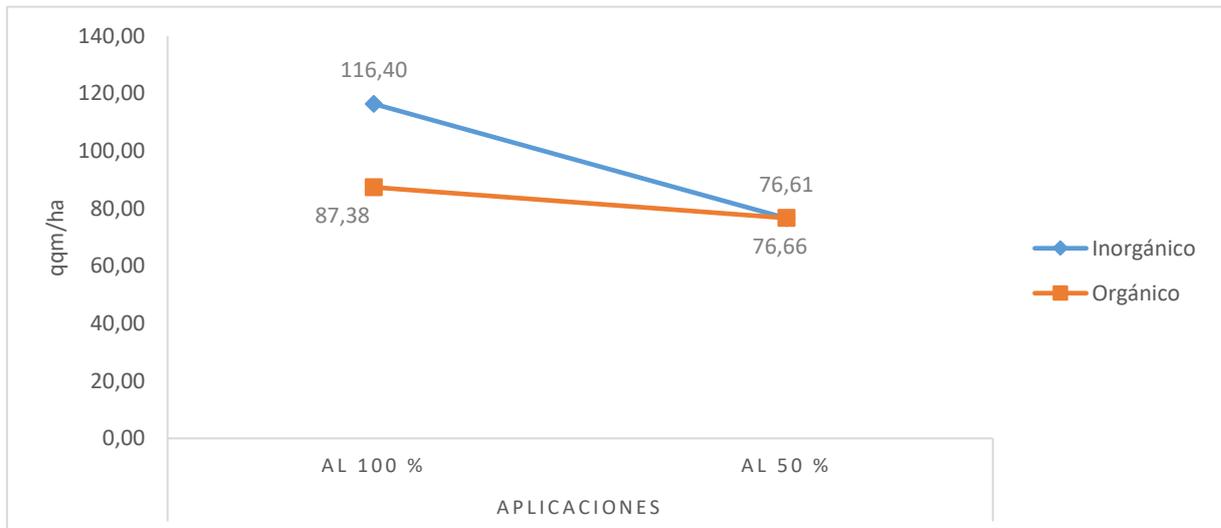
Tabla 37. Efecto simple en el rendimiento en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Factores	Rendimiento por hectárea		
	Húmedo	ajusta a 13% de humedad	
	Kg	Kg	qqm
A: Fertilizantes			
Inorgánico	5668,98 a	5002,24 a	109,94 a
Orgánico	4757,89 b	4278,73 b	94,04 b
B: Aplicaciones			
Al 100 %	5973,44 a	5282,2 a	116,09 a
Al 50 %	4453,44 b	3998,77 b	87,88 b
CV:	6,06	5,5	5,5

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \geq 0,05$) según la prueba de Tukey

11.11.2. Interacción en el rendimiento

Analizando las interacciones de los factores en estudio se pudo establecer que el mejor resultado en cuanto a qqm producidos por hectárea se produjo en el fertilizante inorgánico en dosis de aplicación al 100%, tal como se aprecia en la figura 11.

Figura 11. Interacción en el rendimiento

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

11.12. Análisis económico

Con relación al precio de producto, se consideró el precio mínimo de sustentación fijado por la Subsecretaría de Comercialización Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería de 15,57 USD por quintal métrico (100 libras), con 13% de humedad y 1% de impurezas (MAG, 2022). El tratamiento más rentable en el presente estudio fue T3: F. Inorgánica al 100% con 39,48 % de ROI, siendo el menos rentable T1: F. Orgánica al 100% con valores negativos. Dado que la relación B/C es menor que 1 para todos los tratamientos, no se deberían tomar en cuenta en términos económico pues no generan ganancias (Moncayo, 2015).

Tabla 38. Análisis económico en la evaluación de efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas.

Tratamientos	Rendimiento (qqm)	Precio por qqm (USD)	IB (USD)	CT (USD)	BN (USD)	B/C	ROI (%)
T3: F. Inorgánica al 100%	116,4	15,57	1812,35	1299,37	512,98	0,39	39,48
T4: F. Inorgánica al 50%	76,66	15,57	1193,60	1023,81	169,79	0,17	16,58
T5: Testigo	52,42	15,57	816,18	748,25	67,93	0,09	9,08
T2: F. Orgánica al 50%	76,61	15,57	1192,82	1123,25	69,57	0,06	6,19
T1: F. Orgánica al 100%	87,38	15,57	1360,51	1498,25	-137,74	-0,09	-9,19

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

12. IMPACTOS

Impactos técnicos

La fertilización adecuada de cultivos permite mejorar los rendimientos de los mismos, dosificar apropiadamente con base a la demanda o necesidad de la planta o del cultivos y a la interpretación de un análisis de suelo permite suministrar los nutrientes que requiere la planta en los momentos oportunos de su desarrollo, de forma que se evita el abuso o mal uso de los fertilizantes químicos u orgánicos, los cuales tienen la capacidad de modificar al suelo, y aplicados en cantidades excesivas modificar el pH suelo, volviéndolo alcalino o ácido, dependiendo del fertilizante usado.

Considerando que no todos los fertilizantes tienen un alto contenido de nutrientes, además que el maíz es un cultivo de gran demanda la presente investigación planteó evaluar el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y sus efectos en el cultivo maíz, aportando información valiosa para el uso correcto de estos insumos agrícolas.

Impacto social

El reconocimiento de la importante contribución de los fertilizantes en el incremento de la producción agrícola y en consecuencia la producción de alimentos, contrasta severamente con el carácter negativo de las informaciones que se publican sobre la utilización de fertilizantes en las explotaciones agrarias por parte de sectores de opinión pública o instituciones públicas o privadas, donde se trata de dirección en un solo sentido sobre la fertilización orgánica e inorgánica en ocasiones por una cuestión de opinión personal o simplemente preferencia.

Por ello el presente estudio muestra la utilización correcta (sin aplicaciones excesivas) de fertilizantes sin discriminación u orientación unilateral dando a conocer los resultados obtenidos a fin de contribuir a mejorar el uso de los mismos.

Impactos económicos

Interpretar un análisis de suelo y aportar por medio de la fertilización los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo una buena producción, permite optimizar recursos, insumos, los cuales en los actuales momentos tienden frecuentemente al alza de precio comercial.

Con un adecuado plan de fertilización se evitan las aplicaciones excesivas o innecesarias generando un ahorro, sin mencionar que permite alcanzar el máximo potencial del cultivo en

cuanto a producción sin la necesidad de invertir más de lo necesario en insumos especialmente fertilizantes, obteniendo ahorro al no usar excesos de productos generalmente costosos.

Impacto ambiental

El presente proyecto tiene impacto sobre el medio ambiente, ya que por un lado modifico la naturaleza del terreno en donde se estableció el ensayo de campo, mientras que por otro lado empleo fertilizantes orgánicos e inorgánicos que tienen la capacidad de modificar al suelo, en su composición físico, química y biológica, especialmente los segundos, lo cuales causan alteraciones con mayor velocidad que los primero y en la mayoría de las veces son negativas para el suelo, el agua y todo el entorno involucrado en la explotación agrícola, sin embargo, se minimiza al mínimo los posibles escenarios adversos (contaminación de suelo, agua u otros) gracias a que se plantea el uso racional de todos los abonos empleado por medio de un plan de fertilización con base a necesidad de planta y a los contenidos de nutrientes del suelo determinados por medio de un análisis del mismo.

13. PRESUPUESTO

Tabla 39. Presupuesto de la investigación

Descripción	Unidad	Cantidad utilizada	Costo Unitario en USD	Costo total en USD
Alquiler de terreno	Ha	0,1	250	25
Arado	Hora	2	30	60
Semilla de maíz	Funda	0,09	208	18,72
Análisis de suelo	Unidad	1	30	30
Fertilizantes orgánicos	Sacos de 25 Kg	7,56	25	189
Fertilizantes inorgánicos 10-30-10	Saco de 50 Kg	0,47	30	14,1
Fertilizantes inorgánicos Sulfato de amonio	Saco de 50 Kg	0,057	32	1,82
Herbicidas	Litros	0,15	8	1,2
Insecticida	Sobre de 250 gr	1	2,75	2,75
Piola	Libra	1	2,5	2,5
Balanza digital de 3 kg de precisión	Unidad	1	25	25
Cinta métrica	Unidad	1	5	5
Machetes	Unidad	1	12	12
Mano de obra	Jornal	6	13	78
Impresiones	Hoja	100	0,2	20
Copias	Hoja	300	0,02	6
Cuaderno de campo	Cuaderno	1	1,5	1,5
Cartel de Identificación	m2	2	7	14
Subtotal				506,59
Imprevistos (5%)				25,3295
Total				531,9195

Elaborado por: Espinoza & Intriago (2022)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

- Aplicar a la planta los elementos esenciales para su crecimiento, desarrollo y producción, siempre deben estar basados en los resultados de un análisis de suelo y considerando la necesidad de la planta o del cultivo, con la finalidad de no efectuar aplicaciones innecesarias puesto que uno de los errores más comunes en la fertilización de cultivos es usar dosis genéricas que no en todos los casos resultan apropiadas, pues las condiciones de suelo, suelen ser muy diversas aun dentro de una misma finca.
- En lo referente al desarrollo y crecimiento de las plantas de maíz en la presente investigación se pudo evidenciar que la fertilización inorgánica supera significativamente a la fertilización orgánica, puesto que se obtuvieron los mejores resultados con el T3: F. Inorgánica al 100% en altura de planta 193 cm y diámetro del tallo 38,88 mm a los 90 días.
- En producción la fertilización inorgánica también fue altamente significativa con respecto a la orgánica ya que el T3: F. Inorgánica al 100% se mantuvo con los mejores resultados en cuanto a peso de la mazorca con 390 gr, longitud de la mazorca con 25 cm, diámetro de la mazorca con 71,25 mm, número de hileras por mazorca con 16, número de granos por mazorca con 330, peso de 100 granos con 33,38 gr y rendimiento de 6878,13 Kg/ha con humedad de campo en el grano, ajustado a 13% de humedad resultan 5296,37 Kg/ha o 116,4 quintales métricos (100 libras).
- Respecto al análisis económico ningún de los tratamientos en estudio es viable financieramente hablando puesto que todos tienen una relación beneficio/costo (B/N) menor a 1, sin embargo, el tratamiento con mejor rentabilidad dentro del estudio realizado fue T3: F. Inorgánica al 100% con 39,48 % de retorno de la inversión, porcentaje que no es significativo ya que se trata de una inversión de al menos 4 meses.
- Se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación “Al menos uno de los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica analizados tiene efecto sobre el crecimiento, desarrollo o producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Puerto Limón, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas” y se rechaza la hipótesis nula.

Recomendaciones

- Incentivar al uso de análisis de suelo y la elaboración de planes nutricionales con base a la demanda de la planta para evitar aplicaciones innecesarias, además de optimizar recursos económicos en cuanto a inversión de fertilizantes.
- Usar fertilizantes inorgánicos de forma adecuada basado en un plan nutricional, teniendo en cuenta siempre la concentración de nutrientes de los mismo, a fin de no efectuar aplicaciones excesivas e injustificadas que pueden ser contaminantes del medio ambiente.
- Promover investigaciones con la implementación de combinaciones de abonos orgánicos e inorgánicos, especialmente en cultivos de alta demanda nutricional, puesto que por separados tienen efectos positivos y negativos en cuanto al suelo o a satisfacer la necesidad de la planta, pero en conjunto se podrían aprovechar las bondades de ambos, en los químicos su alto contenido de nutrientes y en los orgánicos los beneficios biológicos en aporte al suelo.
- Continuar con investigaciones en diferentes híbridos de maíz a fin de establecer la forma más apropiada de fertilizar este cultivo, ya que actualmente se maneja la premisa de aplicar grandes cantidades de fertilizantes para un mejor rendimiento con recomendaciones única en todos los casos a nivel de campo.

Bibliografía

- Acosta, B. (7 de mayo de 2019). *Qué son los fertilizantes y sus tipos* . Obtenido de Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-fertilizantes-y-sus-tipos-1989.html#:~:text=Tipos%20de%20fertilizantes,-Hay%20muchos%20tipos&text=Los%20fertilizantes%20inorg%C3%A1nicos%20se%20producen,de%20origen%20animal%20o%20vegetal.>
- Agrosintesis. (30 de junio de 2016). Humedad del grano del maíz y su importancia en la comercialización. Obtenido de Agrosintesis: <https://www.agrosintesis.com/humedad-del-grano-del-maiz-importancia-la-comercializacion/>
- Albornoz, F. (24 de mayo de 2017). *Redagrícola*. Obtenido de Nutrición: <https://www.redagricola.com/cl/la-dosis-correcta-tiempo-correcto-lugar-correcto-la-fuente-correcta/>
- Anderson, E. (3 de noviembre de 2020). *Biodiversidad Mexicana*. Obtenido de México, más que ningún otro país del Nuevo Mundo, es la tierra del maíz: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices>
- Arnesto, G., & Benavides, V. (2003). Efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz*). *Trabajo de Diploma*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Arrien, I. (23 de marzo de 2018). Fertilizantes en Ecuador. *Importaciones de fertilizantes en Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito. Obtenido de https://www.ecured.cu/Fertilizante_qu%C3%ADmico
- Badillo, A. (Enero de 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. Loja, Ecuador.
- Baez, J., & Marín, J. (2010). evaluación de una mezcla de abono orgánico versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz*). *Trabajo de Graduación* . Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Bastidas, J. (2009). Ventajas y desventajas en el uso y manejo del fertilizante organico gallinazo Microcuena La Coneja, Parroquia General Ribas, Municipio Bocono, estado Trujillo, Venezuela. *Revista Ágora Trujillo*, 12 (23), 49+. Obtenido de <https://link.gale.com/apps/doc/A303642695/IFME?u=anon~76c090e1&sid=googleScholar&xid=c60c62ef>
- Bejarano, C., & Mendez, H. (2004). Fertilización orgánica comparada con la fertilización química en el cultivo de fréjol. *Tesis de Ingenieros en Recursos Naturales Renovables*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Borra, C. (20 de noviembre de 2017). *Desventajas de los fertilizantes orgánicos*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/desventajas-de-los-fertilizantes-organicos-970.html>

- Calvo, A. (3 de junio de 2020). *Rendimiento de cultivos por hectárea: cómo calcularlo*. Obtenido de Agroptima blog: <https://www.agroptima.com/es/blog/rendimiento-cultivos-hectarea-calculer/#:~:text=Para%20establecer%20el%20n%C3%BAmero%20final,53.784.000%20granos%20por%20hect%C3%A1rea.>
- Carpio, A. (2015). Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 33.
- Chimbolema, J. (2016). Valoración del rendimiento de maíz (*Zea mays*) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector La Isla, cantón Cumandá. *Documento final de proyecto de investigación previo a la obtención del grado como Ingeniero Agropecuario*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Ciampitt et. al. (12 de julio de 2022). *Requerimientos de nutrientes en maíz*. Obtenido de Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de Nutrientes: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/\\$FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/$FILE/14.pdf)
- Delmaiz. (14 de junio de 2022). *Características del maíz que lo hacen una planta versátil*. Obtenido de delMaíz.info enciclopedia ilustrada: <https://delmaiz.info/caracteristicas/>
- ESPAC. (Abril de 2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *ESPAC 2021*. Ecuador: INEC.
- Eximgro. (26 de Febrero de 2021). *Ventajas de los fertilizantes químicos Fertilizantes Químicos: Sus usos y beneficios*. Obtenido de : <https://eximgro.com/fertilizantes-quimicos-usos-beneficios/>
- FAO. (1993). *El maíz en la nutrición humana*. Recuperado el 2 de junio de 2022, de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S02.htm>
- FAO. (2002). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado el 3 de junio de 2022, de Los fertilizantes y su uso: <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- FAO. (20 de Junio de 2022). *Introducción al maíz y su importancia*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s02.htm#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20es%20de%20gran,la%20de%20cualquier%20otro%20cultivo.>
- Farmagro. (2020). Ecuador. *Linea comercial de productos 2020*. Ecuador. Obtenido de <https://www.farmagro.com/detalle-producto/das-3383>
- Finck, A. (2021). *Fertilizantes y fertilización*. Barcelona: Editorial Reverté. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=2VApEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=art%C3%ADculos+sobre+fertilizacion&ots=AwUgJEtUYH&sig=T4zgu_9gJ-zWaUvOFXyCpTR7gtk#v=onepage&q=art%C3%ADculos%20sobre%20fertilizacion&f=false

- Fitochapingo. (25 de agosto de 2009). *Inflorescencias en maíz*. Obtenido de Blog de temas agropecuarios, botanica, vida rural, plantas utiles, agronomia: <https://fitochapingo.net/inflorescencias-en-maiz-zea-mays/>
- Flores, I. (2010). *Guia Tecnica El cultivo de maíz*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Flores et. al. (2019). *Balance de nutrientes en sistemas de cultivo de maíz y retos para su sustentabilidad*. Mexico, Mexico: Scielo.
- Franklin, H. (2021). Efecto de los sistemas de labranza con mecanización y tipos de fertilización. Quevedo, Los Rios, Ecuador.
- Fundación Charles Darwin. (2022). *Zea mays L*. Obtenido de: <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=990>
- Ganaderia, M. (2020). *Representantes de países productores de maíz se reúnen en Quevedo*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/representantes-de-paises-productores-de-maiz-se-reunen-en-quevedo/#:~:text=De%20este%20tipo%20de%20ma%C3%ADz,cuenta%20con%20156.565%20hect%C3%A1reas%20cultivadas>.
- Gaucho, E. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays L.*) de la localidad San José De Chazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Gotardo, A. (2015). Efecto de niveles de fertilización química y orgánica en híbridos comerciales de maíz (*Zea mays L.*) en la zona de Quevedo. *Tesis de grado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Gracia, F. (2005). *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz*. Cordova , Argentina .
- Graso, A., & Díaz, M. (2020). *Manual de buenas prácticas en el manejo de fertilización*. Buenos Aires: HA Ediciones.
- Guamán, R. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) utilizando cuatro híbridos. *Evaluation of the development and yield of the corn crop (Zea mays L.) using four hybrids*, 48-50. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Guzmán, J. (2018). *Fertilizantes y biofertilizantes en México*. Mexico: CEDRSSA.
- Haifa Group. (1 de enero de 2022). *Fertilizantes químicos: ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://www.haifa-group.com/es/haifa-blog/fertilizantes-qu%C3%ADmicos-ventajas-y-desventajas>
- InfoAgro. (s.f.). *El cultivo de maíz*. Recuperado el 12 de junio de 2022, de: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
- INIAP. (2014). *Maíz duro*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizd>

- INTA. (2016). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. *Manual del protagonista - Prácticas de conservación de suelo y agua*. Nicaragua: Instituto Nacional Tecnológico.
- Intagri. (s.f.). *Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales*. Recuperado el 12 de junio de 2022, de Agricultura-organica: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
- López, R., & Gil, V. (2011). Generalidades del Cultivo del Maíz. Santa Clara, Cuba: Feijoo. Obtenido de <http://feijoo.cdict.uclv.edu.cu/wp-content/uploads/2018/05/Generalidades-del-cultivo-del-Ma%C3%ADz-Ram%C3%B3n-L%C3%B3pez-Fleites.pdf>
- MAG. (16 de junio de 2022). Ministerio de Agricultura y Ganadería: *operativos de control para frenar especulación en el precio del maíz*. Obtenido de MAG: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-operativos-de-control-para-frenar-especulacion-en-el-precio-del-maiz/>
- Melendez & Molina. (2003). *Fertilizantes características y manejo*. Costa Rica: CIA.
- Merchan, F. (2020). Evaluación de la fertilización química y orgánica y su efecto en el cultivo de Maíz (*Zea mays*.) ADV- 9735, en el recinto Cantagallo, Jipijapa-Manabí. *Trabajo de Titulación Modalidad Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título Ingeniero Agropecuario*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Mosquera, B. (septiembre de 2010). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Obtenido de Fonag: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Moncayo, C. (29 de diciembre de 2015). Relación Beneficio/Costo, ¿por qué es importante tenerla en cuenta para la planeación de un proyecto? Obtenido de Instituto Nacional de Contadores Públicos Colombia: [https://incp.org.co/relacion-beneficiocosto-por-que-es-importante-tenerla-en-cuenta-para-la-planeacion-de-un-proyecto/#:~:text=la%20fuente%20Gestiopolis,-,C%C3%A1culo%20de%20la%20relaci%C3%B3n%20Beneficio%20Coste%20\(B%2FC\),de%20los%20costes%20tambi%C3%A9](https://incp.org.co/relacion-beneficiocosto-por-que-es-importante-tenerla-en-cuenta-para-la-planeacion-de-un-proyecto/#:~:text=la%20fuente%20Gestiopolis,-,C%C3%A1culo%20de%20la%20relaci%C3%B3n%20Beneficio%20Coste%20(B%2FC),de%20los%20costes%20tambi%C3%A9)
- Neves, F. (8 de abril de 2022). Fertilizantes químicos: ventajas y desventajas. Obtenido de bloglatam: <https://bloglatam.jacto.com/fertilizantes-quimicos/>
- PDOT. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2030*. Obtenido de GAD Municipal de Santo Domingo: [https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s\)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf](https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos/s)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf)
- PDOT Puerto Limón. (2015). *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Puerto Limón 2030*. Puerto Limón, Santo Domingo de la Tsáchilas, Ecuador: GAD Puerto Limón.
- Ríos et. al. (2019). Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo. *La Calera*, 32.

- Rotoplas Agro. (8 de julio de 2021). *Qué son y qué aportan los fertilizantes orgánicos a la agricultura*. Obtenido de <https://rotoplas.com.ar/agroindustria/que-son-y-que-aportan-los-fertilizantes-organicos-a-la-agricultura/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (3 de julio de 2022). *Qué es y para qué sirve el fertilizante*. Obtenido de Gobierno de Mexico.: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>
- Tang. (2000). Tipos de fertilizantes y métodos de aplicación. *Palma*, 21, 242-254. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/836/836/>
- Traxco. (10 de Julio de 2022). Obtenido de Fertilización en los cultivos: <https://www.traxco.es/blog/labores-del-campo/fertilizacion>
- Uriarte, J. (9 de junio de 2020). *Definición Características Maíz*. Obtenido de Características: <https://www.caracteristicas.co/maiz/>
- Zambrano, J. L. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap. *INIAP*, 30-31.
- Zambrano et.al. (octubre de 2019). xxiii Reunión Latinoamericana del Maíz y iv Congreso de Semillas. *Evaluación del efecto de un biofertilizante a base de Azospirillum y Pseudomonas sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz en las tierras altas de Ecuador*. Agrosavia. Obtenido de <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/76/63/693-1>
- Zenteno et. al. (2019). Variación en la absorción de macronutrientes en híbridos de maíz duro. *Absorción de nutrientes en maíz*. Quevedo, Ecuador: ACI Avances En Ciencias E Ingenierías, 11(1), 20-31.
- Zschimmer & Schwarz. (28 de enero de 2021). *Fertilizantes agrícolas: tipos de fertilizantes, usos y beneficios*. Obtenido de <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/fertilizantes-agricolas-tipos-de-fertilizantes-usos-y-beneficios/>

ANEXOS

Anexo 1. Hoja vida del docente tutor de la investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: PINCAY
RONQUILLO

NOMBRES: WELLINGTON
JEAN

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1206384586

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: VINCES, ECUADOR 04 NOVIEMBRE 1988

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: CALLES CALABI Y SACARIAZ IZA, CANTON LA MANÁ

TELÉFONO CONVENCIONAL: 791338 **TELÉFONO CELULAR:** 0980754794

EMAIL INSTITUCIONAL: wellington.pincay4586@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	28/10/2013	1006-13- 1245059
CUARTO	MÁSTER UNIVERSITARIO EN AGROINGENIERÍA	25/10/2016	724188980

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS AGRÍCOLAS

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 5 DE NOVIEMBRE DE 2018

Anexo 2. Hoja de vida de las autoras de la investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: ESPINOZA YANEZ

NOMBRES: MILENA MIRLEY

ESTADO CIVIL: CASADA

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0550037469

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: La Mana, Ecuador 17/02/1996

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Av. 27 de noviembre y Manabí

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032658280

TELÉFONO CELULAR: 0979777204

EMAIL INSTITUCIONAL: milena.espinoza7469@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Primaria	Primario	13/03/2008
Secundaria	Bachiller Técnico en comercio y administración.	14/03/2014

CURSOS REALIZADOS:

- Segundas Jornadas Agronómicas
- Congreso de la mosca de la fruta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: INTRIAGO
PEÑARRIETA

NOMBRES: INGRID NICOLE

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1725093288

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 0



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Quito, Ecuador 24 de noviembre de 1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Guayaquil, Miguel de Letamendi y la 31

TELÉFONO CELULAR: 0987746875

EMAIL INSTITUCIONAL: ingrid.intriago3288@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
Primaria	Primario	5/07/2010
Secundaria	Bachiller en Ciencias	27/07/2016

CURSOS REALIZADOS:

- Segundas Jornadas Agronómicas
- Congreso de la mosca de la fruta

Anexo 3. Aval de traducción

**CENTRO
DE IDIOMAS*****AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EFECTOS DE LA FERTILIZACION ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS) EN LA PARROQUIA PUERTO LIMON, PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS”**, presentado **Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole y Espinoza Yánez Milena Mirley**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, 25 de agosto del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fernando Toaquiza', is written over a horizontal line.

Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502229677

Anexo 4. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte, Espinoza Yánez Milena Mirley con C.C. 0550037469, de estado civil casada y con domicilio en Cantón La Maná e Intriago Peñarrieta Ingrid C.C. 1725093288, de estado civil soltera y con domicilio en el cantón Guayaquil, a quienes en lo sucesivo se denominará **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. marzo 2017 – agosto 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M Sc.

Tema: **“Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la parroquia Puerto Limón provincia de Santo Domingo de Tsáchilas”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

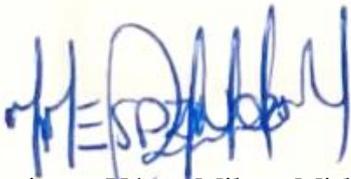
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 30 días del mes de agosto del 2020.



Espinoza Yáñez Milena Mirley

LA CEDENTE



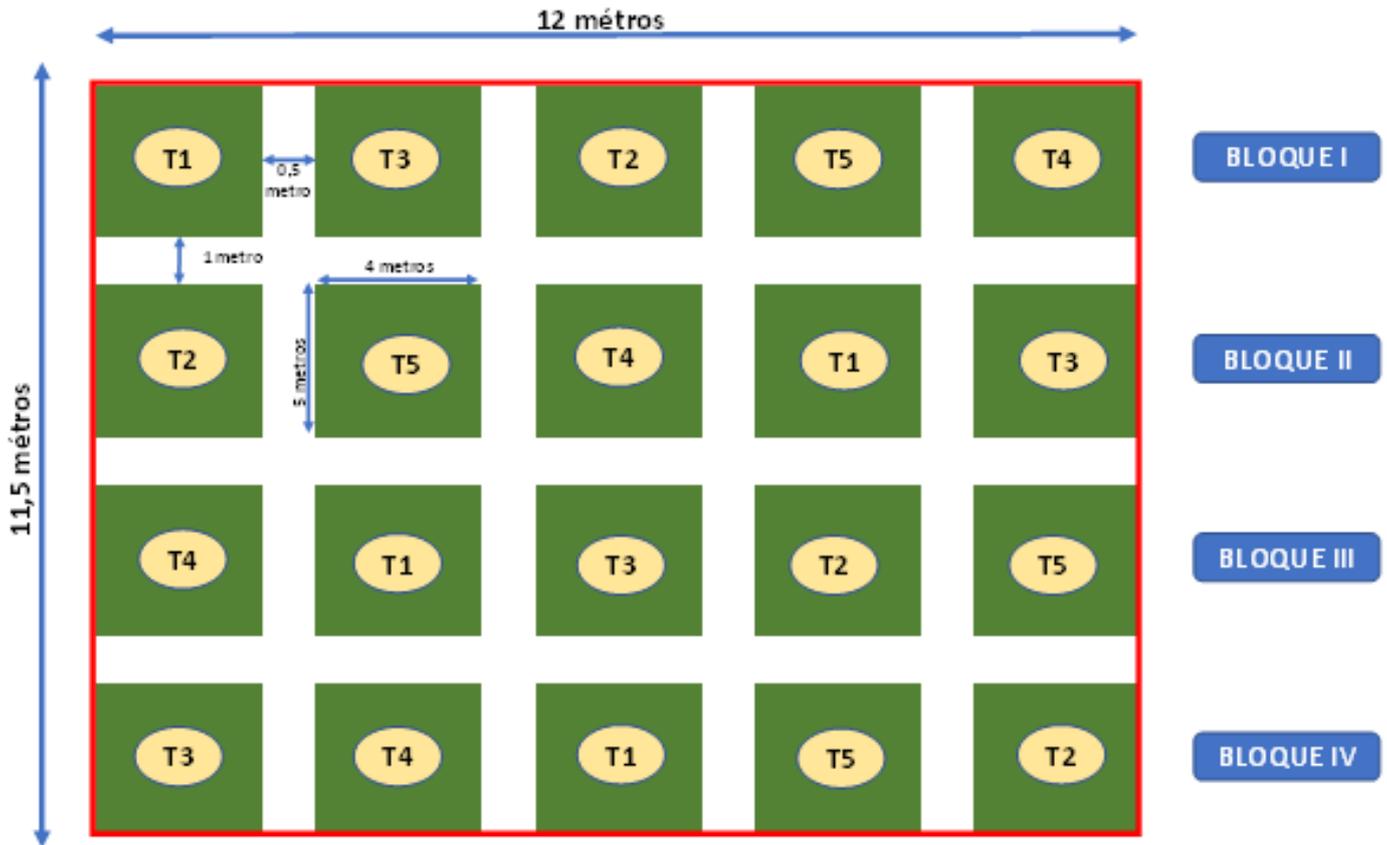
Intriago Peñarrieta Ingrid Nicole

LA CEDENTE

PhD. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

Anexo 5. Croquis del diseño de campo de la investigación



DATOS DEL ENSAYO

DISEÑO EXPERIMENTAL	DBCA	
LONGITUD DEL ENSAYO	30	METROS CUADRADOS
ANCHO DEL ENSAYO	30	METROS CUADRADOS
ÁREA DEL ENSAYO	900	METROS CUADRADOS
ÁREA ÚTIL DEL ENSAYO	480	METROS CUADRADOS
TRATAMIENTOS	5	
REPETICIONES O BLOQUES	4	
TOTAL DE PARCELAS	20	
LONGITUD DE PARCELA	5	METROS
ANCHO DE PARCELA	4	METROS
ÁREA DE LA PARCELA	20	METROS CUADRADOS
DISTANCIA ENTRE PARCELAS	1,6	METROS
DISTANCIA ENTRE BLOQUES	1	METROS

TRATAMIENTOS

- T1: ORGANICO AL 100% DE LA NECESIDAD
- T2: ORGANICO AL 50% DE LA NECESIDAD
- T3: INORGANICO AL 100% DE LA NECESIDAD
- T4: INORGANICO AL 50% DE LA NECESIDAD
- T5: TESTIGO

Anexo 6. Análisis de suelo del sitio experimental



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

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : INTRIAGO PEÑARRIETA INGRID Dirección : SANTO DOMINGO Ciudad : SANTO DOMINGO Teléfono : 0987746875 Fax : ingridnicol24@hotmail.com</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Hcda. Intriago Provincia : Santo Domingo Cantón : Santo Domingo Parroquia : Rcto. Puerto Limón Ubicación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : N° Reporte : 9494 Fecha de Muestreo : 18/3/2022 Fecha de Ingreso : 22/3/2022 Fecha de Salida : 6/4/2022</p>
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm				meq/100ml				ppm			
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
105823	Lote 1		5,9 MeAc	9 B	3 B	0,15 B	7 M	0,8 B	4 B	1,8 B	6,2 A	146 A	3,2 B	0,27 B	

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
M Ac = Muy Acido	L Ac = Liger. Acido	L AI = Lige. Alcalino	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
A c = Acido	P N = Prac. Neutro	M eAI = Media. Alcalino	N , P , B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
M eAc = Media. Acido	N = Neutro	A I = Alcalino	S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
			K , C , M , C , u , F , e , M , n , Z , n = Absorción atómica	B , S	


RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS


RESPONSABLE LABORATORIO



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

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : INTRIAGO PEÑARRIETA INGRID
Dirección : SANTO DOMINGO
Ciudad : SANTO DOMINGO
Teléfono : 0987746875
Fax : ingridnicol24@hotmail.com

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Hcda. Intriago
Provincia : Santo Domingo
Cantón : Santo Domingo
Parroquia : Rcto. Puerto Limón
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual :
Nº de Reporte : 9494
Fecha de Muestreo : 18/3/2022
Fecha de Ingreso : 22/3/2022
Fecha de Salida : 6/4/2022

Nº Muest. Laborat.	meq/100ml		dS/m		C.E.		M.O.	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm		Textura (%)		Clase Textural	
	Al+H	Al	Na	C.E.	Mg	K								RAS	Cl	Arena	Limo		Arcilla
105823							4,3	M	8,7	5,33	52,00	7,95				52	43	5	Franco-Arenoso

INTERPRETACION

AH+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio		
T = Toxico					

ABREVIATURAS

C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkley Black
AH+H	= Titulación con NaOH

X. W. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

+ [Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 7. Interpretación de análisis de suelo y plan de fertilización de la investigación

E. forma comercial	Aporte de suelo (Kg/ha)	Requerimiento del cultivo (Kg/ha)	Falta (Kg/ha)	Eficiencia de los nutrientes	Aplicar (Kg/ha)
N=	123,90	240	116,10	0,7	165,86
P2O5=	20,61	100	79,39	0,2	396,95
K2O=	210,60	240	29,40	0,8	36,75
MgO=	478,08	80	-398,08		Exceso
S=	12,00	50	38,00		38

Aplicación de Abono orgánico

	1%	=	30000 Kg/Ha de abono orgánico	
			3 Kg/m ²	
Ancho F. =		0,2 m		
Largo F. =		6 m		
N. Hileras =		7		
A. Ferti =		8,4 m ²		
T1. abono O =		25,2 Kg/parcela		126 Kg Solo para T1
		3,6 Kg/hilera de maíz		
T2. Abono O=		12,6 Kg/parcela		
		1,8 Kg/hilera de maíz		63 Kg Solo para T2
Total=		189 Kg de abono orgánico en todo el ensayo		

Aplicación de abono inorgánico

10-30-10 =	1323,16667 Kg/ha
N. 10-30-10 =	132,32 Kg de N del 10-30-10
Sulf. Amonio=	158 Kg/ha
	33,25 Kg de N del sulfato de amonio
T3=	3,18 Kg 10-30-10/parcela
	529 gr/hilera
	26,46 gr/planta
	380 gr/parcela de sulfato de amonio
	63,33 gr/hilera
	3,17 gr/planta
	592,60 gr de mezcla por hilera
	29,63 gr/planta
T4=	1,59 Kg 10-30-10/parcela
	265 gr/hilera
	13,23 gr/planta
	190 gr/parcela de sulfato de amonio
	31,67 gr/hilera
	1,58 gr/planta
	296,30 gr de mezcla por hilera
	14,82 gr/planta

Anexo 8. Fotografías de la ejecución del proyecto

Fotografía 1. Preparación del terreno



Fotografía 2. Delimitación del ensayo de campo previo a la siembra del cultivo



Fotografía 3. Siembra del cultivo de maíz en el ensayo de campo



Fotografía 4. Labores fitosanitarias en el cultivo de maíz



Fotografía 5. Evaluación de variables de crecimiento



Fotografía 6. Evaluación de variables de producción



Fotografía 7. Seguimiento al ensayo de campo por parte del tutor de la investigación



Anexo 9. Urkun

**Document Information**

Analyzed document	URKUN_ESPINOZA_E_INTRIAGO.pdf (D143266789)
Submitted	8/25/2022 10:37:00 PM
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com