

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A
TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA; DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA,
GUATEMALA, C.A.**

Cristian Nolberto Pérez Lara

GUATEMALA MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CRISTIAN NOLBERTO PÉREZ LARA
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|---------------------|---|
| DECANO EN FUNCIONES | Dr. Ariel Abderramán Ortiz López |
| VOCAL PRIMERO | Dr. Ariel Abderramán Ortiz López |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. M.Sc. Eberto Raúl Alfaro Ortiz |
| VOCAL CUARTO | P. Agr. Josué Benjamín Boche López |
| VOCAL QUINTO | Br. Sergio Alexander Soto Estrada |
| SECRETARIO | Dr. Maynor Raúl Otzoy Rosales |

GUATEMALA MAYO DE 2015

Guatemala Mayo de 2015

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación:

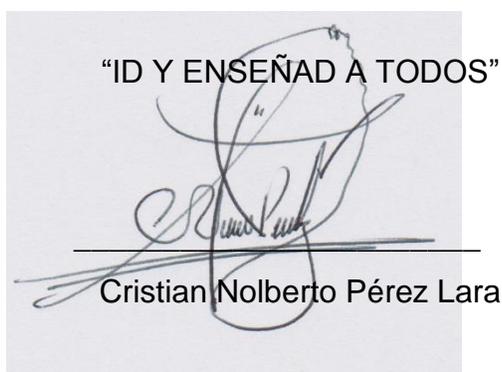
EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA, GUATEMALA, C.A.

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Cristian Nolberto Pérez Lara

ACTO QUE DEDICO

- A Dios y a la Virgen María** Por darme la vida, la salud, la sabiduría, a mis padres, hermanos, personas, oportunidades y la fortaleza, para alcanzar este logro.
- A Mis Padres** Emilio y Consuelo, por el amor, el apoyo, el sacrificio, las limitaciones, el esfuerzo, su vida, ideales, consejos, su espíritu de lucha para que pudiese alcanzar esta meta.
- A Mis Hermanos** Víctor, Rudy, Ronald, Eswin, Marlén, Henry, a cada uno por su cooperación, paciencia, apoyo moral y económico, esfuerzos, en las etapas de mi carrera.
- A Mis Abuelos** Reginalda, Fidel, Román que desde la presencia de Dios, intercedieron por mí. A Cecilia (águela chila) que en vida es ejemplo de lucha por alcanzar mis metas.
- A Mis Tíos** Que de diferentes maneras me han brindado su apoyo.
- A Mis Primos** Por ese apoyo y cariño brindado en cada etapa de mi carrera.
- A Mis Amigos** Que son mi fuente de apoyo académico y moral, por brindarme su amistad, por los momentos buenos y malos, y por los momentos que faltan.
- A Mis Maestros** Por su valioso esfuerzo, en mi formación académica y moral.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi casa de Estudios

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional.

Mis Catedráticos

Responsables directos de facilitar mi formación.

Mi Supervisor

Ing. Agro. Fredy Hernández Ola, por su esfuerzo y apoyo en el transcurso del EPS.

Mi Asesor

Dr. Iván Dimitri Santos, por su aporte de conocimientos, criterios, sugerencias, en esta investigación.

DISAGRO DE GUATEMALA

Por permitirme la oportunidad de realizar mi EPS dentro de un ambiente de profesionalismo, en especial a aquellas personas que me brindaron parte de su tiempo en mi desarrollo profesional.

Amigos

Por el apoyo y motivación brindado en cada etapa de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|----------|
| ÍNDICE DE CUADROS----- | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS ----- | vi |
| RESUMEN | 1 |
| CAPÍTULO I: | |
| DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LOS CULTIVOS DE GÜISQUIL, PAPA, ZANAHORIA, FRIJOL Y MAÍZ EN ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA GUATEMALA, C.A..... | 3 |
| 1.1 Presentación----- | 5 |
| 1.2 Marco Referencial----- | 6 |
| 1.2.1 Ubicación geográfica----- | 6 |
| 1.2.2 Extensión territorial y colindancias.----- | 6 |
| 1.2.3 Clima----- | 6 |
| 1.2.4 Características del Suelo----- | 7 |
| 1.2.5 Información poblacional de Aldea Lo de Silva----- | 15 |
| 1.3 Objetivos----- | 18 |
| 1.3.1 General ----- | 18 |
| 1.3.2 Específicos----- | 18 |
| 1.4 Metodología----- | 19 |
| 1.4.1 Recopilación de Información mediante fuentes secundarias----- | 19 |
| 1.4.2 Recopilar información mediante fuentes primarias----- | 19 |
| 1.4.3 Análisis de la información de Aldea Lo de Silva. ----- | 19 |
| 1.5 Resultados ----- | 20 |
| 1.6 Conclusiones ----- | 31 |
| 1.7 Recomendaciones ----- | 32 |
| 1.8 Bibliografía ----- | 33 |
| 1.9 APÉNDICE----- | 34 |
| 1.9.1 Boleta de diagnóstico Aldea Lo de Silva, Palencia.----- | 34 |

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|---------------|
| CAPÍTULO II: | |
| EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS) A | |
| TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA, EN LA ALDEA | |
| LO DE SILVA, PALENCIA, GUATEMALA, C.A..... | |
| | 37 |
| 2.1 PRESENTACIÓN ----- | 39 |
| 2.2 Marco Conceptual ----- | 41 |
| 2.2.1 Marco Teórico----- | 41 |
| 2.3 Objetivos ----- | 61 |
| 2.3.1 General ----- | 61 |
| 2.3.2 Específicos----- | 61 |
| 2.4 Hipótesis----- | 62 |
| 2.5 Metodología ----- | 63 |
| 2.5.1 Descripción de los tratamientos----- | 63 |
| 2.5.2 Diseño experimental de bloques al azar----- | 64 |
| 2.5.3 Modelo Estadístico ----- | 64 |
| 2.5.4 Repeticiones y Unidad experimental.----- | 64 |
| 2.5.5 Parcela neta ----- | 66 |
| 2.5.6 Manejo Agronómico del experimento----- | 67 |
| 2.5.7 Análisis de la información----- | 74 |
| 2.6 Resultados ----- | 75 |
| 2.6.1 Variables de respuesta. ----- | 75 |
| 2.6.2 Análisis económico ----- | 80 |
| 2.7 Conclusiones----- | 82 |
| 2.8 Recomendaciones----- | 82 |
| 2.9 Bibliografía ----- | 83 |
| 2.10 Apéndice ----- | 85 |
| CAPÍTULO III: | |
| SERVICIOS REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DE LOS MUNICIPIOS | |
| DE PALENCIA Y SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA, C.A.----- | |
| | 93 |
| 3.1 PRESENTACIÓN. ----- | 95 |
| 3.2 Visitas de apoyo tecnico a agricultores en comunidades de Palencia | |
| y San José Pinula.----- | 96 |

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 3.2.1 Objetivos----- | 96 |
| 3.2.2 Metodología----- | 96 |
| 3.2.3 Resultados ----- | 97 |
| 3.2.4 Evaluación ----- | 99 |
| 3.3 Capacitaciones técnicas sobre el uso de fertilizantes granulares, foliares y fungicidas a agricultores en comunidades de Palencia y San José Pínula. ----- | 100 |
| 3.3.1 Objetivo ----- | 100 |
| 3.3.2 Metodología----- | 100 |
| 3.3.3 Resultados ----- | 100 |
| 3.3.4 Evaluación ----- | 102 |
| 3.4 Capacitación del personal que labora en los agrosecvicios, ubicados en Palencia y San José Pínula. ----- | 103 |
| 3.4.1 Objetivo ----- | 103 |
| 3.4.2 Metodología----- | 103 |
| 3.4.3 Resultados ----- | 103 |
| 3.4.4 Evaluación ----- | 104 |
| 3.5 Parcelas demostrativas con fertilizantes granulares y fertilizantes foliares en comunidades de Palencia y San José Pínula.----- | 105 |
| 3.5.1 Objetivo ----- | 105 |
| 3.5.2 Metodología----- | 105 |
| 3.5.3 Resultados ----- | 105 |
| 3.5.4 Evaluación ----- | 106 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|---------------|
| Cuadro 1. Características de las series de suelos presentes en el municipio de Palencia | 10 |
| Cuadro 2. Habitantes por género de padres en aldea Lo de Silva..... | 15 |
| Cuadro 3. Profesión de los 119 padres de familia censados. | 16 |
| Cuadro 4. Profesión de madres de familia censadas..... | 16 |
| Cuadro 5. Época de siembra del maíz..... | 20 |
| Cuadro 6. Época de cosecha del maíz. | 20 |
| Cuadro 7. Número de Fertilizaciones, fertilizantes que aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en maíz. | 20 |
| Cuadro 8. Plaga con mayor incidencia en el cultivo de maíz. | 21 |
| Cuadro 9. Enfermedad con mayor incidencia en el cultivo de maíz..... | 21 |
| Cuadro 10. Área de siembra de maíz, por los agricultores. | 21 |
| Cuadro 11. Época de Siembra del güisquil. | 22 |
| Cuadro 12. Época de cosecha del güisquil. | 22 |
| Cuadro 13. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en el cultivo de güisquil. | 22 |
| Cuadro 14. Plagas con mayor incidencia en el cultivo de güisquil. | 23 |
| Cuadro 15. Enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de güisquil. | 23 |
| Cuadro 16. Área de siembra del cultivo de güisquil, por los agricultores. | 23 |
| Cuadro 17. Época de siembra del cultivo de frijol para consumo. | 24 |
| Cuadro 18. Época de cosecha del cultivo de frijol para consumo..... | 24 |
| Cuadro 19. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en frijol para consumo y frijol ejotero. | 24 |
| Cuadro 20. Área de siembra del cultivo de frijol para consumo, por los agricultores entrevistados. | 25 |
| Cuadro 21. Época de Siembra del cultivo de frijol ejotero. | 25 |
| Cuadro 22. Época de cosecha del cultivo de frijol ejotero. | 26 |
| Cuadro 23. Área de siembra del cultivo de frijol ejotero, por los agricultores..... | 26 |
| Cuadro 24. Época de siembra del cultivo de papa..... | 27 |
| Cuadro 25. Época de Cosecha papa. | 27 |
| Cuadro 26. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en el cultivo de papa. | 27 |
| Cuadro 27. Área de siembra del cultivo de papa, por los agricultores. | 28 |
| Cuadro 28. Época de siembra en zanahoria..... | 28 |
| Cuadro 29. Época de cosecha en zanahoria | 28 |
| Cuadro 30. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en zanahoria. | 29 |
| Cuadro 31. Área de siembra del cultivo de zanahoria, por los agricultores. | 30 |
| Cuadro 32. Etapas de crecimiento del maíz. | 44 |
| Cuadro 33. Valores promedio de nutrientes removidos por el cultivo de maíz | 56 |
| Cuadro 34. Requerimientos nutricionales del maíz en kg.ha-1..... | 56 |
| Cuadro 35. Algunos síntomas de deficiencias | 57 |

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|---------------|
| Cuadro 36. Nutrientes en kg.ha ⁻¹ para todo el ciclo de cultivo, por cada aplicación y para cada tratamiento..... | 63 |
| Cuadro 37. Nutrientes aplicados vía foliar en litros por hectárea por el Tratamiento 1. | 63 |
| Cuadro 38. Identificación de los tratamientos evaluados en la investigación..... | 64 |
| Cuadro 39. Foliar que vigoriza la germinación de la semilla de maíz..... | 68 |
| Cuadro 40. Programa 1 de fertilización al Suelo, en el cultivo de maíz..... | 69 |
| Cuadro 41. Programa 1 Nutrición Foliar en el cultivo de maíz. | 69 |
| Cuadro 42. Programa 2 de Fertilización usado por el agricultor, en el cultivo de maíz..... | 70 |
| Cuadro 43. Programa 3 de Fertilización utilizado por el agricultor en el cultivo de maíz..... | 71 |
| Cuadro 44. Resumen de análisis de varianza para las variables de respuesta evaluadas. | 75 |
| Cuadro 45. Requerimientos del cultivo de maíz, aporte del suelo y aporte de los tratamientos evaluados en la investigación en kg.ha ⁻¹ | 76 |
| Cuadro 46. Rendimiento promedio en kg.ha ⁻¹ para cada tratamiento evaluado..... | 77 |
| Cuadro 47. Porcentaje de nitrógeno agregado al suelo por aplicación, para cada tratamiento. | 78 |
| Cuadro 48. Resultado de análisis foliar, para cada uno de los tratamientos evaluados. | 78 |
| Cuadro 49. Ingresos y costos totales para cada tratamiento por hectárea. | 80 |
| Cuadro 50A. Rendimiento de maíz en kilogramos por parcela. | 85 |
| Cuadro 51A. Rendimiento de maíz en Kilogramos por hectárea..... | 85 |
| Cuadro 52A. Análisis de varianza, para el Rendimiento en kg.ha ⁻¹ | 85 |
| Cuadro 53A. Diámetro en centímetros en la base de la mazorca para cada unidad experimental. | 86 |
| Cuadro 54A. Análisis de varianza para el diámetro de mazorca en centímetros. | 86 |
| Cuadro 55A. Longitud de mazorca en centímetros para cada unidad experimental..... | 86 |
| Cuadro 56A. Análisis de varianza para longitud de mazorca en centímetros. | 87 |
| Cuadro 57A. Número de granos por mazorca de cada unidad experimental..... | 87 |
| Cuadro 58A. Análisis de varianza para el número de granos por mazorca, para cada unidad experimental. | 87 |
| Cuadro 59A. Peso de 100 granos (unidad de medida gramos), para cada unidad experimental..... | 88 |
| Cuadro 60A. Análisis de varianza para peso de 100 granos..... | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| CONTENIDO | PÁGINA |
|--|---------------|
| Figura 1. Serie de suelos y relieve del municipio de Palencia. | 11 |
| Figura 2. Clasificación Taxonómica de Suelos, Primera Aproximación. | 15 |
| Figura 3. Ubicación geográfica de Aldea Lo de Silva..... | 17 |
| Figura 4A. Boleta de Diagnostico de aldea Lo de Silva, Palencia..... | 35 |
| Figura 5A. Arranque de papa..... | 36 |
| Figura 6A. Cultivo de ejote..... | 36 |
| Figura 7A. Cultivo de güisquil. | 36 |
| Figura 8A. Cultivo de zanahoria..... | 36 |
| Figura 9A. Guiita en güisquil..... | 36 |
| Figura 10A. Cultivo de maíz..... | 36 |
| Figura 11. Germinación hipogea del maíz 46 | 46 |
| Figura 12. Germinación y emergencia del maíz..... 47 | 47 |
| Figura 13. Etapa de floración, ampolla y grano lechoso respectivamente 52 | 52 |
| Figura 14. Etapas de grano masoso, grano dentado y madurez fisiológica respectivamente..... 53 | 53 |
| Figura 15. Arreglo espacial de los tratamientos. 66 | 66 |
| Figura 16. Programa 1 de fertilización, de nutrición al suelo y foliar. 70 | 70 |
| Figura 17. Programa 2 de fertilización. 71 | 71 |
| Figura 18. Programa 3 de fertilización de maíz..... 72 | 72 |
| Figura 19. Absorción del nitrógeno en el ciclo de cultivo. 77 | 77 |
| Figura 20A. Análisis de suelos, del terreno donde fue implementado el experimento. 89 | 89 |
| Figura 21A. Análisis foliar para cada uno de los tratamientos. 90 | 90 |
| Figura 22A. Semilla de maíz pinto. 91 | 91 |
| Figura 23A. Siembra y primera fertilización T1. 91 | 91 |
| Figura 24A. Aplicación de urea al T2 y T3 91 | 91 |
| Figura 25A. Segunda aplicación de fertilizante a T1..... 91 | 91 |
| Figura 26A. Aplicación de fertilizante foliar al T1. 91 | 91 |
| Figura 27A. Segunda aplicación de fertilizante al T2 y T3. 91 | 91 |
| Figura 28A. Tercera fertilización T1. 92 | 92 |
| Figura 29A. Cosecha. 92 | 92 |
| Figura 30A. Medición de longitud de mazorca. 92 | 92 |
| Figura 31A. Peso de 100 granos. 92 | 92 |
| Figura 32A. Determinación del % de humedad..... 92 | 92 |
| Figura 33A. Determinación del rendimiento..... 92 | 92 |
| Figura 34A. Visita a productor de tomate..... 108 | 108 |
| Figura 35A. Visitas en maíz. 108 | 108 |
| Figura 36A. Visita en frijol. 108 | 108 |
| Figura 37A. Visita en café..... 108 | 108 |
| Figura 38A. Visita en papa..... 108 | 108 |
| Figura 39A. Capacitación de FertiMAÍZ. 108 | 108 |
| Figura 40A. Capacitación de FertiCAFÉ. 109 | 109 |
| Figura 41A. Capacitación de FertiPAPA. 109 | 109 |

CONTENIDO**PÁGINA**

| | |
|---|-----|
| Figura 42A. Capacitación de Opus 12.5 EC..... | 109 |
| Figura 43A. Capacitación de FertiTOMATE..... | 109 |
| Figura 44A. Capacitación de FertiFRIJOL..... | 109 |
| Figura 45A. Parcela demostrativa de FertiTOMATE | 109 |
| Figura 46A. Parcela demostrativa de FertiMAIZ..... | 110 |
| Figura 47A. Parcela demostrativa de FertiFRIJOL..... | 110 |
| Figura 48A. Parcela demostrativa de FertiPAPA..... | 110 |

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) A TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el apoyo de la empresa DISAGRO DE GUATEMALA S.A., en convenio con la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objetivo de contribuir al desarrollo rural, incorporando nuevas tecnologías en el proceso productivo.

En su contenido se integra el diagnóstico e investigación, desarrollados en la aldea Lo de Silva y servicios en las comunidades de los municipios de Palencia y San José Pínula, del departamento de Guatemala, durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en el periodo de febrero a noviembre de 2013.

Lo de Silva, es una comunidad del municipio de Palencia, cuya actividad principal es la agricultura. Los principales cultivos son maíz, güisquil, frijol, papa y zanahoria. Los principales problemas identificados que limitan la producción son: la incidencia de plagas, enfermedades y la inadecuada fertilización. Esto se traduce en bajos rendimientos, altos costos y menores ingresos para las familias.

La investigación se realizó, en el cultivo de maíz criollo (*Zea mays*), se evaluó el efecto del rendimiento ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a la fertilización química, basada en las necesidades nutricionales del cultivo y dos formas tradicionales de fertilización. Se analizaron económicamente los programas de fertilización evaluados (tratamientos), durante el periodo de invierno, de mayo a octubre de 2013. Los resultados indican, que para el lugar en donde se realizó la investigación, no existió diferencia significativa en el rendimiento de maíz, con los programas evaluados, y según el criterio económico, se recomienda el programa de fertilización 2, que genero el menor costo total de Q 5957.38 por hectárea.

Los servicios consistieron en mitigar los problemas identificados, se realizaron visitas directas a agricultores, capacitaciones técnicas a agricultores, capacitación del personal que labora en los agroservicios y se establecieron parcelas demostrativas para los agricultores, en los principales cultivos. Se dio a conocer alternativas de fertilización para cada cultivo y productos específicos para el control de plagas y enfermedades.



1 CAPÍTULO I:

DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LOS CULTIVOS DE GÜISQUIL, PAPA, ZANAHORIA, FRIJOL Y MAÍZ EN ALDEA LO DE SILVA, PALENCIA GUATEMALA C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

En la región del altiplano central, predominan los cultivos hortícolas, que generalmente sostiene la economía del hogar, estos se ven seriamente afectados por una serie de factores, como las plagas, enfermedades, entre otros. El conocer las principales problemáticas de cada cultivo, es un primer paso para generar soluciones.

En aldea Lo de Silva, existen cinco cultivos predominantes, siendo güisquil, papa, zanahoria, frijol y maíz. Cada uno de estos cultivos tiene su peculiaridad, tanto nutritiva, como comercial, estos fueron estudiados, con la finalidad de obtener herramientas para el mejoramiento de la producción agrícola, y por consiguiente aumentar los ingresos agrícolas.

En la comunidad se identificaron plagas que causan daños primarios o como agentes transmisores de otros organismos (virus); el trips (*Thrips sp*) en güisquil, paratrioza (*Bactericera cockerelli*) en papa, nematodo (*Meloidogyne sp*) en zanahoria, mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en frijol, gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz.

Enfermedades como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa, mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) en frijol, Mancha en maíz (*Helmintosporium sp*) en maíz, cenicilla (*oídium sp*) en zanahoria.

Una nutrición poco adecuada para obtener buenos rendimientos, en sus cultivos

Las plagas que causan problemas, daños mecánicos a la planta, al producto final, transmisores de otros organismos (virus). Las enfermedades que, causan una disminución en el área foliar. La nutrición no adecuada, para los cultivos.

Estos factores perturban el desarrollo, la muerte de la planta, desbalances en el suelo, bajos rendimientos, altos costos, y menores ingresos para las familias.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

Lo de Silva es una Aldea del municipio Palencia, del departamento de Guatemala que se ubica a 35 kilómetros aproximadamente de la ciudad capital; la principal vía de comunicación a la cabecera municipal es por la carretera Interoceánica CA-9 (ruta al Atlántico), a la altura del kilómetro 18.5 se encuentra el enlace con la carretera departamental Guatemala, que en unos 8.5 kilómetros aproximadamente lleva a la cabecera de Palencia, a 4 kilómetros de la cabecera municipal se encuentra ubicada aldea Lo de Silva (Martinez, 2005). Ver figura 3.

1.2.2 Extensión territorial y colindancias.

Según el Diccionario Geográfico Nacional de Guatemala, en su tercera edición de 1999, publicada por el Instituto Geográfico Nacional el municipio de Palencia cuenta con un área aproximada de 256 kilómetros cuadrados (Martinez, 2005).

Aldea Lo de Silva se encuentra ubicado a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. Colinda de la siguiente manera al norte con Aldea El Manzanote, al sur con aldea Pie del Cerro, al este con aldea Primera Joya, Las Vertientes y Piedra Parada, sus coordenadas geográficas con respecto a su ubicación al planeta son las siguientes:

Latitud 14° 38' 29.43"

Longitud 90° 20' 39.20"

1.2.3 Clima

Las condiciones climáticas han variado mucho según lo comentan las personas de la comunidad de Lo de Silva.

Según la sección de climatología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) el clima que predomina es templado, los registros climáticos promedio para el año 2004 fueron:

Temperatura mínima: 15.3° centígrados

Temperatura máxima: 25.4° centígrados

La precipitación pluvial que se refiere al total promedio anual de agua expresada en milímetros que cae de la atmósfera, como lluvia o granizo, fue de 1172.1 milímetros y con un promedio anual de 121 días de lluvia. La humedad que está determinada por la relación entre temperatura y precipitación pluvial, que se registró fue del 79%, la velocidad del viento promedio anual fue de 7 kilómetros por hora y la insolación promedio anual es de 2473.2 horas.

De acuerdo a la variación topográfica del municipio el sistema Thornthwaite divide a Palencia en dos referencias climatológicas, el carácter del clima con un área templada y otra cálida, Lo de Silva se encuentra en área templada; la variación de la temperatura con invierno benigno; las jerarquías de humedad se distribuyen en húmedo y seco, la vegetación natural característica es de bosque y estepa; la distribución de la lluvia sin estación seca bien definida y con invierno seco (Martinez, 2005).

La Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala se basa en el sistema de clasificación de HOLDRIDGE, Palencia se encuentra dividido a través de dos zonas de vida: un bosque húmedo sub-tropical templado y bosque húmedo montano bajo sub-tropical.

La topografía del municipio es quebrada, la cabecera municipal está situada sobre la meseta de la sierra de Palencia (Martinez, 2005).

1.2.4 Características del Suelo

Es un suelo quebrado, pero cultivable, se le clasifica como cenozoico posiblemente del período cuaternario. Caracterizado por flujos de ceniza y sedimentos pluviales, se han encontrado coladas de lava y piedra poma. Tiene un suelo poco profundo, de consistencia arcillosa, de unos 26 centímetros y el subsuelo franco arcilloso de colores que oscila del café claro al café amarillento hasta un metro de profundidad (Martínez, 2005).

A Serie de suelos

Los suelos del municipio de Palencia, de acuerdo a Simmons, Tárano y Pinto (1,959) citados por (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008), en el estudio de clasificación de suelos a nivel de reconocimiento.

En Palencia se identifican diferentes series:

a Jg Jigua

Formado con material original de roca andesítica. Con relieves muy inclinados. El drenaje interno es bueno. El color superficial es gris oscuro a negro. La textura superficial es arcilla muy fina y la textura del subsuelo es de igual manera arcilla muy fina. El color del subsuelo es gris muy oscuro a negro a café amarillento. La profundidad efectiva es de 50 centímetros, considerándose como medianamente profundos. El pH ponderado es neutro, 6.6. Con un riesgo de erosión alto y con un potencial de fertilidad de regular a alto (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

b Gt Guatemala

Formado con material original de ceniza volcánica. Ubicado en altitudes de 1,200 a 1,800 msnm. Con relieves planos u ondulados. El drenaje interno es bueno. El color superficial es café oscuro a café muy oscuro o café. La textura superficial es franco arcillosa a arcilla moderadamente fina y la textura del subsuelo es arcilla a franco arcillosa o franco arcillo arenosa. Moderadamente fina. El color del subsuelo es café rojizo a café amarillento. La profundidad efectiva es mayor de 100 centímetros, considerándose como profundos. El pH ponderado ácido, 6.6. Con un riesgo de erosión bajo (alto en zonas quebradas), los límites del relieve son barrancos y con un potencial de fertilidad alto (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

c Af Áreas fragosas

Áspero, intrincado, lleno de quebras, malezas y breñas. Estrepitoso. Con un relieve conformado por barrancos (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

d **Sv: Suelos de los valles**

e **Jl Jalapa**

Formado con material original de ceniza volcánica o tova. Ubicado en altitudes de 300 a 1,200 msnm. Con relieves inclinados. El drenaje interno es excesivo. El color superficial es gris a gris oscuro. La textura superficial es franco arenosa fina y la textura del subsuelo es franco a franco arenosa fina. El color del subsuelo es amarillo. La profundidad efectiva es mayor de 30 centímetros, considerándose como delgados. El pH ponderado ácido, 5.0. Con un riesgo de erosión alto y con un potencial de fertilidad de regular a bajo (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

f **Pi Pínula**

Formado con material original de toba o brecha de toba de color claro. Ubicado en altitudes de 1,200 a 2,100 msnm. Con relieves en declives inclinados. El drenaje interno es bueno. El color superficial es café a café oscuro. La textura superficial es franco limosa y la textura del subsuelo es arcillo arenosa gravosa o arcilla a franco arcillosa arenosa. Moderadamente fina. El color del subsuelo es café claro. La profundidad efectiva es mayor de 100 centímetros, considerándose como profundos. El pH ponderado ácido, 5.5. Con un riesgo de erosión alto, los límites del relieve son barrancos y con un potencial de fertilidad de regular a alto (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

g **Cm Camanchá**

Formado con material original de ceniza volcánica. Ubicado en altitudes media de 2,300 msnm. Con relieves planicies suaves a fuertemente onduladas. El drenaje interno es bueno. El color superficial es café muy oscuro. La textura superficial es franca y la textura del subsuelo es franco arcillosa o arcilla. Moderadamente fina. El color del subsuelo es café muy oscuro, café a café amarillento a rojizo. La profundidad efectiva es mayor de 150 centímetros, considerándose como profundos. El pH ponderado ácido, 6.3. Con un riesgo de erosión de regular a bajo y con un potencial de fertilidad regular a alto (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

h Cme Camanchá erosionada

Formado con material original de ceniza volcánica. Ubicado en altitudes media de 2,300 msnm. Con relieves inclinados. El drenaje interno es bueno. El color superficial es café oscuro a café muy oscuro o café. La textura superficial es franca y la textura del subsuelo es franco arcillosa. Moderadamente fina. El color del subsuelo es café muy oscuro, café, café amarillento, color rojizo. La profundidad efectiva es mayor de 100 centímetros, considerándose como profundos. Con un riesgo de erosión muy alto, los límites del relieve son barrancos y con un potencial de fertilidad no detectable (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008). El cuadro 1 presenta un resumen de las características de las series de suelos en el municipio de Palencia.

Cuadro 1. Características de las series de suelos presentes en el municipio de Palencia

| Series de suelos | Material originario | Altitud (m) | Relieve | Clase de drenaje | Textura | Profundidad efec. (cm) |
|----------------------|----------------------------------|-------------|--|------------------|------------------------------|------------------------|
| Jigua | Roca andesítica | menor 999 | muy inclinada | Buen drenaje | Arcilla | 50 |
| Jalapa | Ceniza volcánica o toba | 300-1200 | inclinado | drenaje excesivo | Franco arenosa fina | 30 |
| Pinula | Toba volcánica, toba color claro | 1200-2100 | Declives inclinados | Buen drenaje | Franco limosa | 100 |
| Salamá fase quebrada | ----- | menor 999 | Relieve completamente seccionado con pendientes mayores al 15% | ----- | ----- | ----- |
| Guatemala | Ceniza volcánica | 1200-1800 | plano u ondulado | Buen drenaje | Franco arcillosa a arcillosa | mas de 100 |
| Áreas fragosas | ----- | menor 999 | Barrancos | ----- | ----- | ----- |
| Camanchá | ceniza volcánica | 2300 | Planicies suaves a fuertemente ondulados | Buen drenaje | Franca | 150 |
| Camanchá erosionada | ceniza volcánica | 2300 | inclinado | Buen drenaje | Franca | |
| Suelos de los valles | ----- | menor 999 | valles | Buen drenaje | ----- | ----- |

Fuente: (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

La figura 1 muestra la distribución de las series de suelo y el relieve del municipio de Palencia.

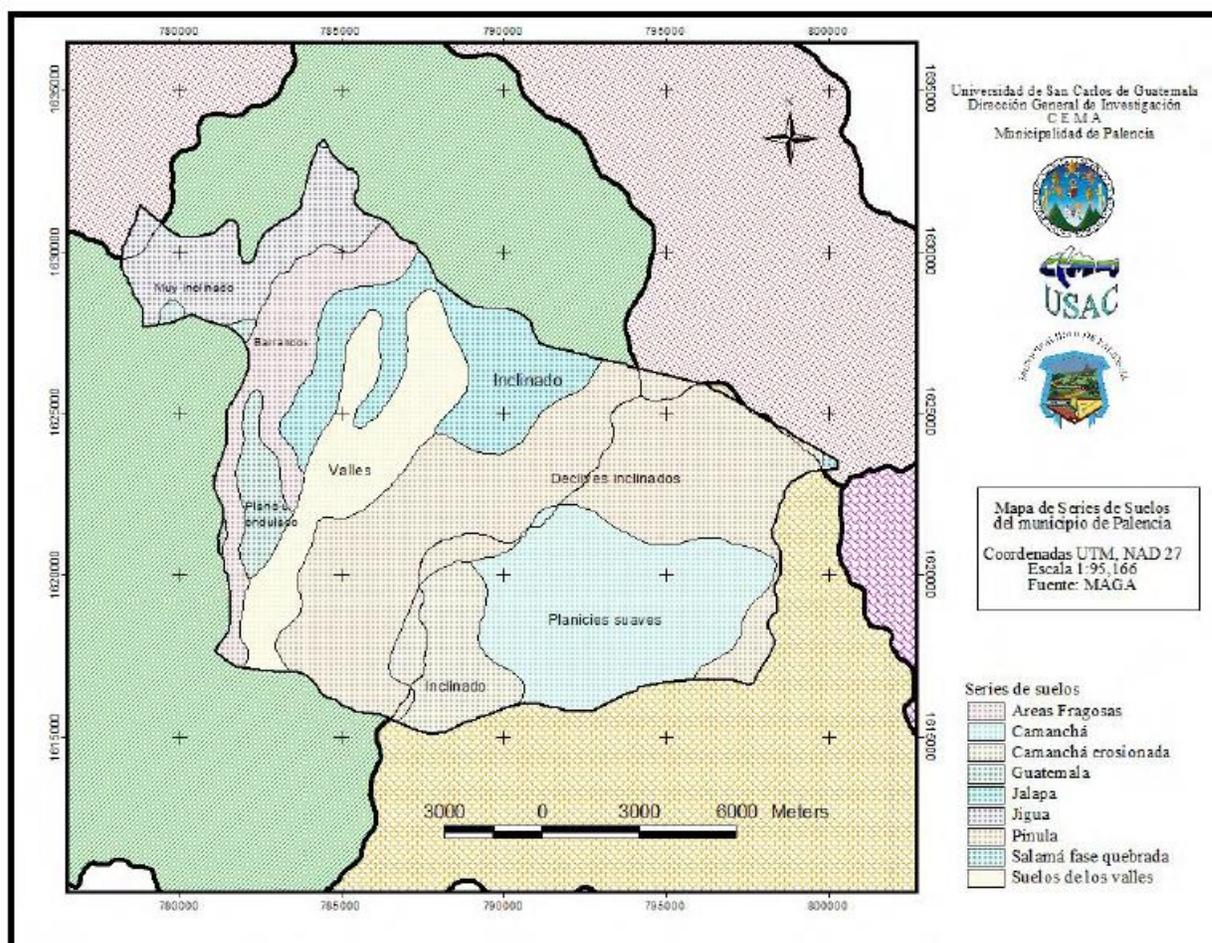


Figura 1. Serie de suelos y relieve del municipio de Palencia.

Fuente: (Elías Ogaldez, Gálvez Alburez, & Paz Reyes, 2008).

B Orden de suelo

Los suelos del municipio de Palencia, de acuerdo con la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala (Tobías, 2000). Se identifican de la siguiente manera.

a Orden Alfisol (alf)

Características: Suelos con un horizonte interno que tiene altos contenidos de arcilla con relación a los horizontes superficiales, además presentan alta saturación de bases (mayor de 35%). Los alfisoles son suelos maduros con un grado de desarrollo avanzado, pero que todavía tienen un alto contenido de bases en los horizontes interiores. Generalmente son suelos con buen potencial de fertilidad (Tobías, 2000).

Sub Orden Ustalfs (Ld)

Alfisolos que están secos entre 90 y 180 días del año en su interior. Presentan déficit de humedad.

Lineamientos Generales.

Ofrecen buenas condiciones para la producción agropecuaria, pero en caso de actividades agrícolas, se requiere de la suplementación de agua, para tener cultivos con más de una cosecha por año.

b Orden Andisol

Característica: Suelos desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente (menor de 0.9 g/cc) y con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los andisoles es su alta retención de fosfatos (arriba del 85%), la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola (Tobías, 2000).

Sub Orden Udands (Dd)

Andisoles que no están secos en su interior, por más de 90 días en el año.

Tienen un adecuado contenido de humedad la mayor parte del año.

Lineamientos Generales.

Suelos con alto potencial para la agricultura, pero deben considerarse las limitantes que presentan en términos generales los andisoles y en este caso debe agregarse el riesgo de erosión hídrica, como consecuencia de la alta pluviosidad en los lugares dónde están presentes estos suelos.

c **Orden Entisol (ent)**

Características: Suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y por otro lado, las condiciones como el exceso de agua.

De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (Cimas de montañas y volcanes) o en partes planas (Tobías, 2000).

Sub Orden Orthents (Eo)

Suelos de profundidad variable, la mayoría son poco o muy poco profundos. Generalmente están ubicados en áreas de fuerte pendiente, existen también en áreas de pendiente moderada a suave. En dónde se han originado a partir de deposiciones o coluviamientos gruesos y recientes.

Lineamientos Generales.

Una gran cantidad de Orthents en Guatemala, no son apropiados para actividades agrícolas, sobre todo cuando están en superficies inclinadas. Entre sus limitaciones están: la poca profundidad efectiva, en muchos casos la pedregosidad interna y los afloramientos rocosos. Si han perdido su cubierta natural, sus mejores usos serán para producción forestal o sistemas agroforestales.

Sub Orden Psamments (Ep)

Son los Entisoles más arenosos, que se encuentran en superficies poco inclinadas y con menos del 35% de fragmentos rocosos. Generalmente se encuentran en las áreas más

cercanas a los ríos o en áreas de actividad volcánica muy reciente. A diferencia de los Fluvents, los Psamments no tienen capas deposicionales de materiales minerales en su interior. En muchas áreas, están cubiertos con bosque de galería, y en otros casos están cultivados y forman parte de lo que los agricultores llaman los suelos de vega.

Lineamientos Generales.

En los casos que se dispone de agua en abundancia pueden ser bastante productivos, puesto que tienen poca retención de humedad. La pedregosidad muchas veces es una limitante para la producción. Por su naturaleza arenosa, en muchos casos su contenido orgánico es muy bajo y su fertilidad se ve afectada.

d **Orden Inceptisol**

Características: Suelos incipientes o jóvenes, sin evidencia de fuerte desarrollo de sus horizontes, pero son más desarrollados que los entisoles. Son suelos muy abundantes en diferentes condiciones de clima y materiales originarios (Tobías, 2000).

Sub Orden Usteps (Ps)

Son inceptisoles que están secos en su interior, entre 90 y 180 días del año. Presentan deficiencia de humedad.

Lineamientos Generales.

Se les encuentra localizados en las regiones con menor lluvia. Para su manejo adecuado, requieren de la aplicación de agua para producción de más de una cosecha de cultivos anuales o de ciclo corto.

La Figura 2 presenta el Mapa de Clasificación Taxonómica de la República de Guatemala.

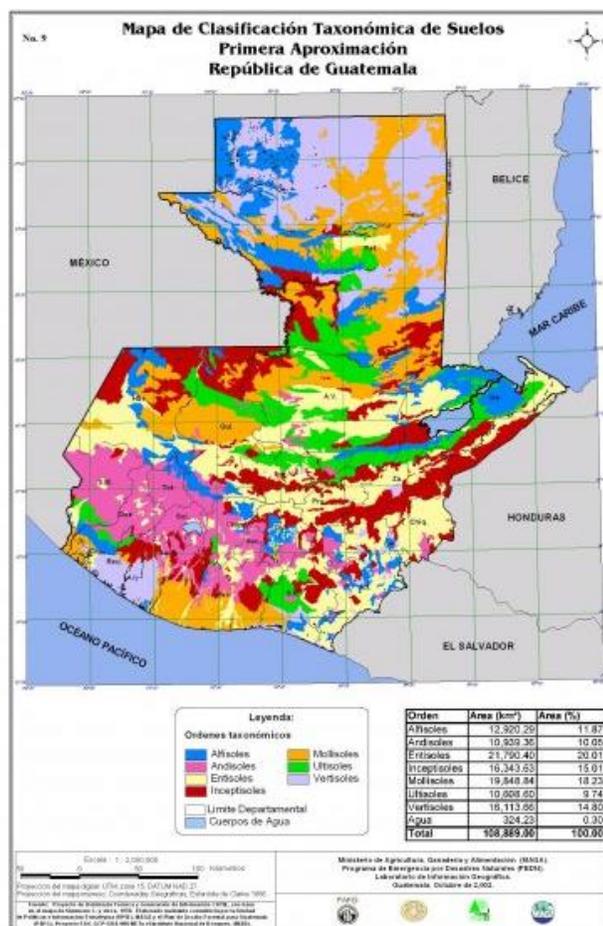


Figura 2. Clasificación Taxonómica de Suelos, Primera Aproximación.

Fuente: (MAGA; INAB, 2002)

1.2.5 Información poblacional de aldea Lo de Silva

El cuadro 2 muestra la población de varones y mujeres en porcentaje.

Cuadro 2. Habitantes por género de padres en aldea Lo de Silva.

| GENERO | NUMERO | % |
|------------------------|--------|----|
| Total varones censados | 338 | 52 |
| Total mujeres censadas | 317 | 48 |

Fuente: (Municipalidad de Palencia, 2013)

Los cuadros 3 y 4 presentan la profesión de padres y madres de familia censados.

Cuadro 3. Profesión de los 119 padres de familia censados.

| PROFESIÓN | CANTIDAD | % |
|------------------|-----------------|----------|
| Agricultores | 104 | 87 |
| Albañil | 4 | 3 |
| Ayudante albañil | 1 | 1 |
| Bodegueros | 2 | 2 |
| Carpintero | 1 | 1 |
| Piloto | 1 | 1 |
| Jornaleros | 1 | 1 |
| Jardinero | 1 | 1 |
| Guardian | 1 | 1 |
| Seguridad | 2 | 2 |
| Mecanico | 1 | 1 |

Fuente: (Municipalidad de Palencia, 2013)

Cuadro 4. Profesión de madres de familia censadas.

| PROFESIÓN | CANTIDAD | % |
|------------------|-----------------|----------|
| Amas de casa | 126 | 94 |
| Emfermera | 1 | 1 |
| Domestica | 5 | 4 |
| Policia | 1 | 1 |

Fuente: (Municipalidad de Palencia, 2013)

La figura 3 presenta la ubicación de Aldea Lo de Silva, Palencia, Guatemala.

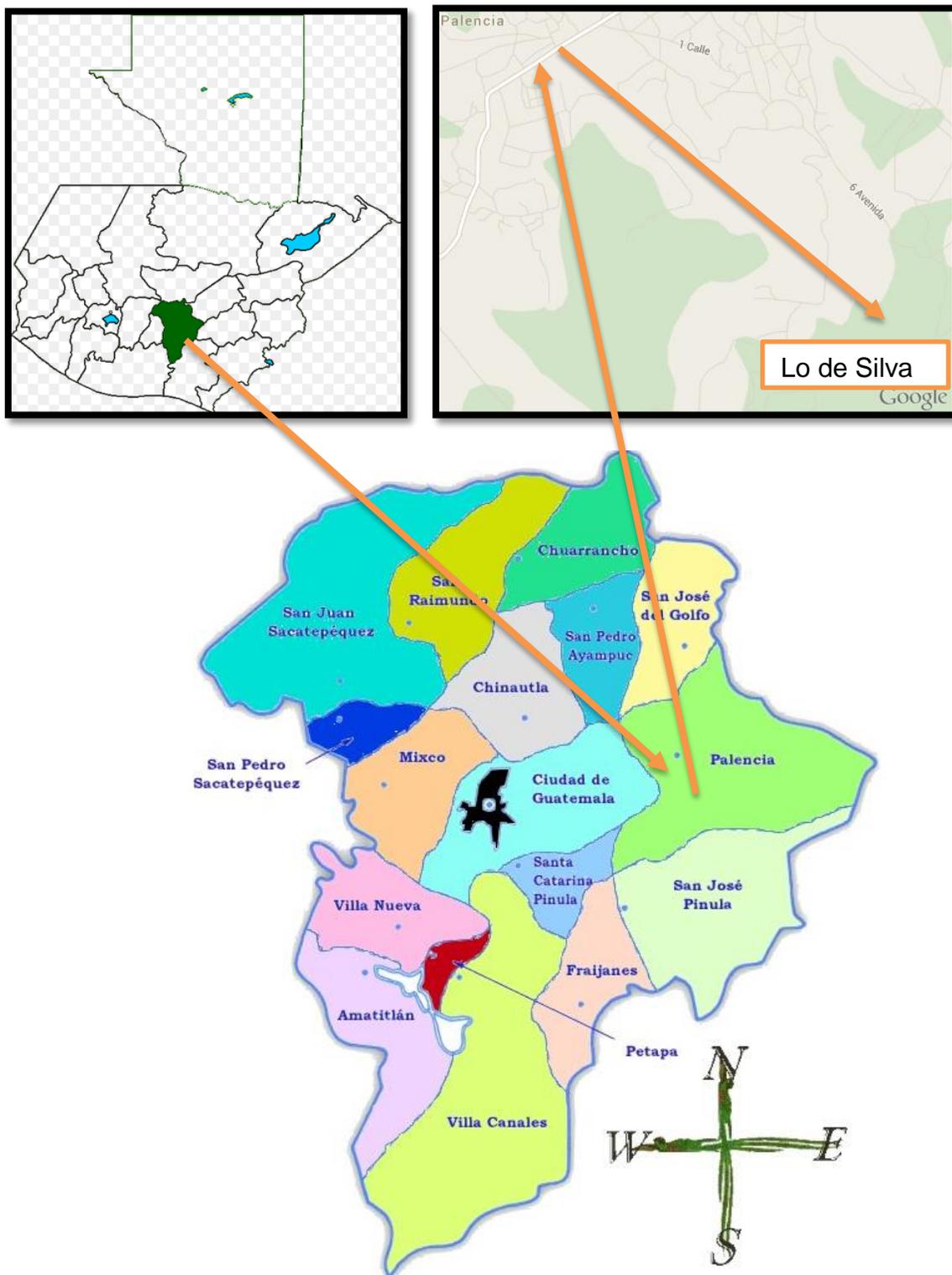


Figura 3. Ubicación geográfica de Aldea Lo de Silva.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Identificar principales problemas que provocan bajos rendimientos y daños directos al cultivo de maíz, güisquil, frijol, papa y zanahoria, en aldea Lo de Silva, Palencia.

1.3.2 Específicos

1. Identificar las principales plagas que afectan a los cultivos.
2. Identificar las principales enfermedades que afecten a los cultivos
3. Identificar la forma en que fertilizan los cultivos.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Recopilación de Información mediante fuentes secundarias

Información recopilada, mediante consultas a censos realizados por la municipalidad de la localidad, e informes realizados sobre la ubicación geográfica, extensión territorial, clima, características del suelo del municipio de Palencia.

1.4.2 Recopilar información mediante fuentes primarias

A Reconocimiento Previo del Área

Se realizó un recorrido en los alrededores de la comunidad de Lo de Silva, identificando, sus principales cultivos, siendo estos el cultivo de maíz, güisquil, frijol para el consumo, frijol para ejote, papa y zanahoria. Con esta información se elaboró una boleta específica para hacer un diagnóstico por cultivo.

B Diseño de la boleta

Su objetivo fue identificar cultivos, meses de siembra, meses de cosecha, tipo de fertilización aplicada, plaga de mayor incidencia, enfermedad de mayor incidencia, área sembrada y en algunos casos rendimientos. Figura 4A.

C Entrevista a agricultores

Se entrevistaron 13 agricultores lo que equivale a un 12.5% de los agricultores ubicados en aldea Lo de Silva.

D Tabulación de la información

Mediante una hoja de Excel, se ordenó la información, para su análisis.

1.4.3 Análisis de la información de Aldea Lo de Silva.

El análisis de la información se realizó, mediante análisis de frecuencias y media aritmética.

1.5 RESULTADOS

A Análisis de la información sobre el cultivo de maíz

El 100% de la población entrevistada siembra maíz y lo hacen en el mes de mayo (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Época de siembra del maíz.

| Mes | % de Agricultores |
|-------------|-------------------|
| Mayo | 100 |
| Otros meses | 0 |

Los agricultores siembran en mayo, pero cosechan en diferente mes, la cosecha depende de la variedad si es ligera o tardía, el cuadro 6 presenta las épocas en que los agricultores cosechan el maíz.

Cuadro 6. Época de cosecha del maíz.

| Mes | % de Agricultores |
|------------|-------------------|
| Septiembre | 54 |
| Octubre | 23 |
| Diciembre | 23 |

El cuadro 7 muestra como los agricultores de la comunidad, fertilizan de diferentes maneras el cultivo.

Cuadro 7. Número de Fertilizaciones, fertilizantes que aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en maíz.

| Numero de Fertilización | | Cantidad de Fertilizante (kg/ha) | |
|-------------------------|----------|----------------------------------|---------|
| Primera | Segunda | Primera | Segunda |
| 46-0-0 | 15-15-15 | 201.1 | 201.1 |
| 46-0-0 | 15-15-15 | 140.8 | 68.4 |
| Sulfato | Sulfato | 140.8 | 140.8 |
| 46-0-0 | 46-0-0 | 402.3 | 402.3 |
| 46-0-0 | Sulfato | 201.1 | 402.3 |
| 46-0-0 | 20-20-0 | 241.4 | 241.4 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 402.3 | 402.3 |
| Sulfato | 15-15-15 | 603.4 | 402.3 |
| 15-15-15 | 0 | 201.1 | 0.0 |
| 46-0-0 | 46-0-0 | 402.3 | 402.3 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 281.6 | 402.3 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 201.1 | 201.1 |
| 46-0-0 | 46-0-0 | 402.3 | 402.3 |

El cuadro 8 muestra que la plaga con mayor incidencia en el cultivo de maíz es el gusano cogollero.

Cuadro 8. Plaga con mayor incidencia en el cultivo de maíz.

| Insecto con mayor incidencia | % Agricultores afectados |
|------------------------------|--------------------------|
| Gusano Cogollero | 62 |
| Ninguna | 38 |

El cuadro 9 muestra que la enfermedad con mayor incidencia en el cultivo de maíz es *Helmintosporium*.

Cuadro 9. Enfermedad con mayor incidencia en el cultivo de maíz.

| Enfermedad con mayor incidencia | % Agricultores afectados |
|---------------------------------|--------------------------|
| <i>Helmintosporium</i> | 31 |
| <i>Ustilago</i> | 8 |
| Ninguna | 62 |

El cuadro 10 muestra las áreas de maíz sembradas por los agricultores.

Cuadro 10. Área de siembra de maíz, por los agricultores.

| % Agricultores | Área en m ² | Área en Has |
|----------------|------------------------|-------------|
| 8 | 540.1 | 0.05 |
| 0 | 1102.2 | 0.11 |
| 15 | 2204.5 | 0.22 |
| 31 | 3306.7 | 0.33 |
| 23 | 4409.0 | 0.44 |
| 8 | 5511.2 | 0.55 |
| 15 | 7000.0 | 0.70 |
| 0 | 14000.0 | 1.40 |

La producción promedio de maíz en la comunidad, es de 1837.6 kg/ha (28.3 quintales por manzana).

B Análisis de la información del cultivo de güisquil

El 100% de la población entrevistada siembra güisquil, el cuadro 11 y 12 muestra las épocas de siembra y cosecha del güisquil.

Cuadro 11. Época de Siembra del güisquil.

| Mes | % de Agricultores |
|------------|-------------------|
| Agosto | 15 |
| Septiembre | 85 |

Cuadro 12. Época de cosecha del güisquil.

| Epoca | % de Agricultores |
|------------------|-------------------|
| Abril-Septiembre | 32 |
| Mayo-Septiembre | 68 |

La fertilización del güisquil es muy diversa, cada agricultor aplica el fertilizante que le brinda mejor resultado o que tiene un precio bajo en el mercado, por lo que se recomienda realizar análisis de suelos en las zonas de producción de güisquil y elaborar un plan de fertilización durante el ciclo de cultivo. El cuadro 13 muestra las el número de fertilizaciones, el tipo de fertilizante y la dosis que aplican por hectárea.

Cuadro 13. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en el cultivo de güisquil.

| Numero de Fertilización | | | | Kg/ha de Fertilizante en Cada Aplicación | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|--|---------|---------|--------|
| Primera | Segunda | Tercera | Cuarta | Primera | Segunda | Tercera | Cuarta |
| 46-0-0 | 20-20-0 | 15-15-15 | Sulfato | 134.2 | 134.2 | 134.2 | 134.2 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | Sulfato | | 67.1 | 67.1 | 67.1 | 0.0 |
| Sulfato | | | | 67.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 0-0-60 | | 67.1 | 67.1 | 67.1 | 0.0 |
| 46-0-0 | 20-20-0 | 15-15-15 | Blaukorn | 67.1 | 67.1 | 67.1 | 67.1 |
| 10-0-5 | | | | 134.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 46-0-0 | Sulfato | 15-15-15 | | 67.1 | 67.1 | 67.1 | 0.0 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | Sulfato | | 67.1 | 67.1 | 67.1 | 0.0 |

El cuadro 14 muestra que la plaga con mayor incidencia en el cultivo de güisquil es el Thrips.

Cuadro 14. Plagas con mayor incidencia en el cultivo de güisquil.

| Plaga | % Agricultores afectados |
|-------------|--------------------------|
| Thrips | 46.15 |
| Acaros | 30.77 |
| Conchilla | 7.69 |
| Gusano | 7.69 |
| Salta hojas | 7.69 |

El cuadro 15 muestra que la enfermedad con mayor incidencia en el cultivo de güisquil es la Güita.

Cuadro 15. Enfermedades con mayor incidencia en el cultivo de güisquil.

| Enfermedad | % Agricultores afectados |
|------------|--------------------------|
| Guita | 23 |
| Guion | 15 |

El cuadro 16 muestra el área que siembran los agricultores de güisquil.

Cuadro 16. Área de siembra del cultivo de güisquil, por los agricultores.

| % Agricultores | Area en m2 | Area en Has |
|----------------|------------|-------------|
| 0 | 540.1 | 0.05 |
| 0 | 1102.2 | 0.11 |
| 15 | 2204.5 | 0.22 |
| 23 | 3306.7 | 0.33 |
| 31 | 4409.0 | 0.44 |
| 0 | 5511.2 | 0.55 |
| 23 | 7000.0 | 0.70 |
| 8 | 14000.0 | 1.40 |

La producción promedio de güisquil es de 40,227.3 kg/ha (619.5 quintales por manzana).

C Análisis de la información del cultivo de frijol

El 46% de la población entrevistada siembran frijol para el consumo.

Las personas que siembran frijol en agosto y septiembre son los que tienen poca disponibilidad de agua y aprovechan el invierno. Mientras los que siembran en diciembre y enero tienen más disponibilidad de agua, el cuadro 17 muestra las épocas de siembra de frijol para consumo.

Cuadro 17. Época de siembra del cultivo de frijol para consumo.

| Mes | % de Agricultores |
|------------|-------------------|
| Enero | 33 |
| Agosto | 33 |
| Septiembre | 17 |
| Diciembre | 17 |

La época de cosecha del frijol para consumo depende de los meses en que se siembre y de la variedad, si es ligera o tardía, el cuadro 18 muestra las épocas de cosecha.

Cuadro 18. Época de cosecha del cultivo de frijol para consumo.

| Epoca | % de Agricultores |
|-----------|-------------------|
| Marzo | 17 |
| Abril | 33 |
| Diciembre | 50 |

El cuadro 19 muestra la forma en que los agricultores fertilizan el frijol (de consumo y ejotero), se recomienda realizar un análisis de suelos para las zonas y elaborar un plan de fertilización, para optimizar el recurso

Cuadro 19. Número de Fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en frijol para consumo y frijol ejotero.

| Fertilización | | Fertilizante por aplicación (Kg/ha) | |
|---------------|----------|-------------------------------------|---------|
| Primera | Segunda | Primera | Segunda |
| 20-20-0 | | 100.6 | 0.0 |
| Sulfato | 15-15-15 | 402.3 | 402.3 |
| 20-20-0 | | 201.1 | 0.0 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 201.1 | 201.1 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 201.1 | 402.3 |

En el frijol para consumo y frijol ejotero, la plaga insectil con mayor incidencia es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y la enfermedad con mayor incidencia es la pudrición del tallo (*Rhizoctonia solani*).

En el cuadro 20 muestra el área que siembran los agricultores de frijol.

Cuadro 20. Área de siembra del cultivo de frijol para consumo, por los agricultores entrevistados.

| % Agricultores | Area en m2 | Area en Has |
|----------------|------------|-------------|
| 0 | 540.1 | 0.05 |
| 20 | 1102.2 | 0.11 |
| 40 | 2204.5 | 0.22 |
| 40 | 3306.7 | 0.33 |
| 0 | 4409.0 | 0.44 |
| 0 | 5511.2 | 0.55 |
| 0 | 7000.0 | 0.70 |
| 0 | 14000.0 | 1.40 |

La Producción promedio de frijol para consumo es de 909 kg/ha (14 quintales por manzana).

El 92% de la población entrevistada siembra frijol ejotero.

El cuadro 21 muestra los meses de mayor siembra de frijol ejotero

Cuadro 21. Época de Siembra del cultivo de frijol ejotero.

| Mes | % de Agricultores |
|-----------|-------------------|
| Enero | 33 |
| Febrero | 25 |
| Mayo | 17 |
| Noviembre | 17 |
| Diciembre | 8 |

Las diversas semillas utilizadas para la producción de ejote tienen un ciclo de siembra a cosecha de 3 meses. En el cuadro 22 se muestran los meses de mayor cosecha del frijol ejotero.

Cuadro 22. Época de cosecha del cultivo de frijol ejotero.

| Mes | % de Agricultores |
|--------|-------------------|
| ENERO | 17 |
| MARZO | 33 |
| ABRIL | 8 |
| MAYO | 33 |
| AGOSTO | 8 |

El cuadro 23 muestra el área de siembra de frijol ejotero por los agricultores.

Cuadro 23. Área de siembra del cultivo de frijol ejotero, por los agricultores.

| % de Agricultores | Area en m2 | Area en Has |
|-------------------|------------|-------------|
| 0 | 540.09 | 0.05 |
| 6 | 1102.24 | 0.11 |
| 4 | 2204.48 | 0.22 |
| 1 | 3306.72 | 0.33 |
| 1 | 4408.96 | 0.44 |
| 0 | 5511.2 | 0.55 |
| 0 | 7000 | 0.70 |
| 0 | 14000 | 1.40 |

La producción promedio de frijol ejotero es de 820 sacos por hectárea equivalente a 8,386.36 kg/ha. (574 sacos por manzana equivalentes a 129 quintales por manzana).

D Análisis de la información del cultivo de papa

El 92% de agricultores entrevistados siembran papa.

El cuadro 24 muestra que la mayoría de agricultores siembran en octubre, esto se debe a que los productores de papa poseen agua para riego, para satisfacer las necesidades del cultivo.

Cuadro 24. Época de siembra del cultivo de papa.

| Mes | % de Agricultores |
|------------|-------------------|
| Septiembre | 8 |
| Octubre | 83 |
| Noviembre | 8 |

Como se presenta en el cuadro 25, la cosecha de la papa en su mayoría se realiza en enero.

Cuadro 25. Época de Cosecha papa.

| Epoca | % de Agricultores |
|-----------|-------------------|
| Enero | 67 |
| Febrero | 17 |
| Marzo | 8 |
| Diciembre | 8 |

El cuadro 26 presenta la forma en que fertilizan el cultivo de papa, la mayor parte de los agricultores fertilizan de la misma manera, de igual manera se recomienda hacer un análisis de suelos en la zona papera, y elaborar un programa de fertilización.

Cuadro 26. Número de fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en el cultivo de papa.

| Fertilización | | Kg/ha de Fertilizante por Aplicación | |
|---------------|----------|--------------------------------------|---------|
| Primera | Segunda | Primera | Segunda |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 804.51 | 804.51 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 402.25 | 402.25 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 804.51 | 1206.76 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 402.25 | 402.25 |
| 15-15-15 | 20-20-0 | 804.51 | 402.25 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 804.51 | 402.25 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 402.25 | 402.25 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 804.51 | 804.51 |
| 15-15-15 | 20-20-0 | 804.51 | 402.25 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 402.25 | 402.25 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 402.25 | 603.38 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 804.51 | 804.51 |

La plaga con mayor incidencia en el cultivo de papa es Paratricia (*Bactericera cockerelli*).y la enfermedad con mayor incidencia en el cultivo de papa es Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

El cuadro 27 muestra las áreas de siembra de papa por los agricultores.

Cuadro 27. Área de siembra del cultivo de papa, por los agricultores.

| % de Agricultores | Area en m2 | Area en Has. |
|-------------------|------------|--------------|
| 0 | 540.1 | 0.05 |
| 25 | 1102.2 | 0.11 |
| 17 | 2204.5 | 0.22 |
| 8 | 3306.7 | 0.33 |
| 8 | 4409.0 | 0.44 |
| 8 | 5511.2 | 0.55 |
| 17 | 7000.0 | 0.70 |
| 17 | 14000.0 | 1.40 |

La producción promedio es de 322.5 quintales de papa por manzana.

E Análisis de la información del cultivo de zanahoria.

El 100% de los agricultores entrevistados siembran zanahoria.

El cuadro 28 y 29 muestran las épocas de siembra y cosecha de zanahoria.

Cuadro 28. Época de siembra en zanahoria.

| Mes | % de Agricultores |
|------------|-------------------|
| Enero | 8 |
| Septiembre | 8 |
| Octubre | 69 |
| Noviembre | 15 |

Cuadro 29. Época de cosecha en zanahoria

| Mes | % de Agricultores |
|---------|-------------------|
| Febrero | 23 |
| Marzo | 69 |
| Abril | 8 |

La zanahoria es un cultivo que en la comunidad tiene un ciclo de 120 días, los agricultores que la cultivan poseen agua para su riego, lo que permite lograr mejores ventanas de mercado comparado con otras zonas donde en su mayoría la cultivan en invierno.

En zanahoria se realizan dos aplicaciones de fertilizante como se observa en el cuadro 30, en base a eso se recomienda realizar un análisis de suelo y elaborar un programa de fertilización durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 30. Número de fertilizaciones, que fertilizantes aplican, y que cantidad aplican de cada uno de ellos en zanahoria.

| Fertilización | | Kg/ha de Fertilizante por Aplicación | |
|---------------|----------|--------------------------------------|---------|
| Primera | Segunda | Primera | Segunda |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 804.5 | 804.5 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 402.3 | 402.3 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 603.4 | 603.4 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 402.3 | 402.3 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 201.1 | 201.1 |
| 20-20-0 | 20-20-0 | 804.5 | 804.5 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 402.3 | 402.3 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 804.5 | 804.5 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 804.5 | 402.3 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 603.4 | 603.4 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 603.4 | 603.4 |
| 20-20-0 | 15-15-15 | 402.3 | 402.3 |
| 15-15-15 | 15-15-15 | 603.4 | 804.5 |

En el cultivo de zanahoria la plaga de mayor incidencia es nematodo (*Meloidogyne sp*) y la enfermedad con mayor incidencia es la cenicilla (*oídium sp*).

El cuadro 31 muestra el área de siembra de los agricultores.

Cuadro 31. Área de siembra del cultivo de zanahoria, por los agricultores.

| % de Agricultores | Área en m2 | Área en Has. |
|--------------------------|-------------------|---------------------|
| 15 | 540.1 | 0.05 |
| 8 | 1102.2 | 0.11 |
| 23 | 2204.5 | 0.22 |
| 31 | 3306.7 | 0.33 |
| 0 | 4409.0 | 0.44 |
| 0 | 5511.2 | 0.55 |
| 15 | 7000.0 | 0.70 |
| 8 | 14000.0 | 1.40 |

La producción promedio de zanahoria es 43,720.77 kg/ha, (673.3 quintales por manzana).

1.6 CONCLUSIONES

1. Las plagas, enfermedades y el uso de diversas formas de fertilización, son los principales problemas que provocan bajos rendimientos y daños directos a los cultivos de maíz, güisquil, frijol, papa y zanahoria.
2. En el cultivo de maíz, la plaga con mayor importancia es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), la enfermedad con mayor incidencia es la Mancha del maíz (*Helminthosporium*), y se determinó que los agricultores de la comunidad, fertilizan el cultivo de maíz, de diversas formas.
3. En el cultivo de Güisquil, la plaga con mayor importancia es thrips (*Thrips sp*), la enfermedad con mayor incidencia es la güiita (micoplasma no identificado), los agricultores fertilizan con diferentes fórmulas de fertilizantes, colocando fuentes nitrógeno y fosforo en la etapa vegetativa y fuentes de nitrógeno, fosforo y potasio en la etapa reproductiva.
4. En el cultivo de Frijol, la plaga de mayor importancia es (*Bemisia tabaci*), la enfermedad con mayor incidencia es el mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*), cada agricultor fertiliza de manera particular, colocando en la etapa inicial fertilizantes que contengan nitrógeno y fosforo, y para los agricultores que realizan dos aplicaciones, en la segunda fertilización utilizan fertilizantes que contengan, nitrógeno, fosforo y potasio.
5. En el cultivo de Papa, la plaga con mayor importancia es (*Bactericera cockerelli*), la enfermedad con mayor incidencia es el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), y el 100% de los agricultores realizan dos aplicaciones, una al momento de la siembra y la segunda en el momento del aporque.

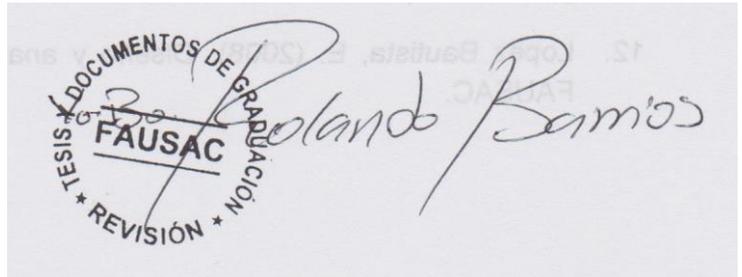
6. En el cultivo de zanahoria, la plaga más importante es el nematodo (*Meloidogyne sp*), la enfermedad con mayor incidencia es la cenicilla (*oidium sp*), el 100% de los agricultores realizan dos aplicaciones de fertilizante, una a 30 días después de la siembra y la segunda en el momento del aporque.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Conocer el ciclo de vida de la plaga que atacan al cultivo, planificar y ejecutar un manejo integrado.
2. Conocer el ciclo de vida y condiciones que favorecen la enfermedad que ataca al cultivo, planificar y ejecutar un manejo integrado.
3. Determinar los requerimientos nutricionales de cada cultivo, realizar un análisis de suelos, determinar que nutrientes se encuentran deficientes y corregirlas según las demandas del cultivo, mediante un programa de fertilización o utilizar fuentes de fertilizante adecuadas para cada cultivo.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez, L. (2005). *Municipio de Palencia*. Guatemala: USAC.
2. Municipalidad de Palencia. (2013). Censo Poblacional (Tabla Excell). Palencia, Guatemala, Guatemala.



1.9 APÉNDICE

1.9.1 Boleta de diagnóstico Aldea Lo de Silva, Palencia.

Nombre de Agricultor. _____

Tel: _____

Responsable: Cristian Pérez, Estudiante de EPS, Facultad de Agronomía.

Instrucciones: Marque con una "x" la respuesta que se apega a su situación.

1. Que cultivo siembra Actualmente.

a) Maíz. b) Güisquil c) Frijol d) Papa e) Zanahoria

2. Época de siembra y cosecha.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| culivo/mes | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Maiz | | | | | | | | | | | | |
| Guisquil | | | | | | | | | | | | |
| Frijol | | | | | | | | | | | | |
| Papa | | | | | | | | | | | | |
| Zanahoria | | | | | | | | | | | | |

3. Que fertilizantes y con qué frecuencia los utiliza en sus cultivos.

| | 1 FERTILIZACION | qq cuerda | 2 FERTILIZACION | qq cuerda | 3 FERTILIZACION | qq cuerda |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| Maiz | | | | | | |
| Frijol | | | | | | |
| Papa | | | | | | |
| Zanahoria | | | | | | |

4. Mencione 2 plagas importantes o que más daños le causen en su cultivo.

Maiz _____

Guisquil _____

Frijol _____

Papa _____

Zanahoria _____

5. Mencione las 2 enfermedades más importantes o que más daños le causan a su cultivo.

Maiz_____

Guisquil_____

Frijol_____

Papa_____

Zanahoria_____

6. Cuanta área posee de ese cultivo

Güisquil

a) 1 de 14 b) 1 de 20 c) 2 de 20 d) 3 de 20 e) 4 de 20 f) 5 de 20 g) 1mz

Papa

a) 1 de 14 b) 1 de 20 c) 2 de 20 d) 3 de 20 e) 4 de 20 f) 5 de 20 g) 1mz

Zanahoria

a) 1 de 14 b) 1 de 20 c) 2 de 20 d) 3 de 20 e) 4 de 20 f) 5 de 20 g) 1mz

Frijol

a) 1 de 14 b) 1 de 20 c) 2 de 20 d) 3 de 20 e) 4 de 20 f) 5 de 20 g) 1mz

Maíz

a) 1 de 14 b) 1 de 20 c) 2 de 20 d) 3 de 20 e) 4 de 20 f) 5 de 20 g) 1mz

7. Mencione algunos otros problemas agrícolas que usted considera, bajen su producción

Guisquil_____

Papa_____

Zanahoria_____

Frijol_____

Maiz_____

8. Plaga, enfermedad, fertilización y área para otro cultivo de importancia.

Figura 4A. Boleta de Diagnostico de aldea Lo de Silva, Palencia.



Figura 5A. Arranque de papa.



Figura 8A. Cultivo de zanahoria.



Figura 6A. Cultivo de ejote.



Figura 9A. Guiita en güisquil.



Figura 7A. Cultivo de güisquil.



Figura 10A. Cultivo de maíz



2 CAPÍTULO II:

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)
A TRES PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA, EN LA ALDEA
LO DE SILVA, PALENCIA, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de maíz en Guatemala es fundamental, porque de él depende parte de la seguridad alimentaria de muchos de los pobladores del país. Este mismo caso se presenta en la comunidad de Lo de Silva, perteneciente al municipio de Palencia, donde los agricultores y/o campesinos producen maíz, en su mayoría para el consumo propio.

Actualmente los rendimientos que alcanzan de 1.8 ton/ha, se consideran bajos, comparado con la media nacional que es de 1.9 ton/ha según (Reyes, 2012). Parte de este problema se debe a la inadecuada nutrición del cultivo.

Los productores fertilizan de diferente manera la etapa de crecimiento y desarrollo, con varias fórmulas de fertilizantes. En la etapa de crecimiento el 54% fertiliza con urea (46-0-0), el 23% con (20-20-0), el 15% con Sulfato de amonio (21%N, 24%S), el 8% con (15-15-15) y en la etapa de desarrollo el 39% usa (15-15-15), el 23% Urea (46-0-0), el 15 (20-20-0), el 15% con Sulfato de amonio (21%N, 24%S), el 8% no fertiliza en esta etapa.

En la etapa de crecimiento y desarrollo, los agricultores utilizan combinaciones de fertilizantes que difieren entre ellos.

Fertilizando de esta manera los agricultores aplican elementos (nutrientes) en exceso y otros elementos (nutrientes) en bajas cantidades, según los requerimientos del cultivo de maíz, lo que provoca desbalances nutricionales en el suelo y en la planta, dando como resultado rendimientos muy variados.

Es importante entonces buscar alternativas nutricionales tanto en cantidades como las fuentes idóneas de los nutrimentos, que contribuyan a mejorar los rendimientos antes mencionados.

El objetivo de la investigación fue evaluar tres programas de nutrición determinando el programa que genera el mayor, rendimiento y el menor costo total. En la investigación se evaluó un programa técnico en base a necesidades nutricionales del cultivo y dos programas

convencionales. El experimento se realizó en aldea Lo de Silva, en el municipio de Palencia, en el periodo de invierno de mayo a octubre de 2013.

Los resultados de la investigación indican, que para el lugar en donde se realizó la investigación no existió diferencia significativa en el rendimiento de maíz con los programas evaluados, y se determinó que el programa de fertilización 2 genero el menor costo total Q 5957.38 por hectárea.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Marco Teórico

A Origen del maíz

El maíz está clasificado dentro de la especie botánica *Zea mays*. Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el Teosinte. Ambos crecen en forma silvestre en Guatemala.

Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz. Estos son: a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia, y b) la región del sur de México y la América Central. En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Se ha expuesto varias teorías para explicar el origen del maíz. La primera era que el maíz se originó del Teosinte o de los ancestros del mismo. La otra teoría sugiere que el maíz se originó de un maíz primitivo tunicado pero todavía se ignora el origen de este maíz (Bolaños & Edmeadea, 1993) Citado por (Segura, 2008).

B Generalidades del cultivo de maíz

Actualmente el maíz es un cultivo mundial. El mayor productor mundial de maíz es Estados Unidos, que origina casi la mitad de la totalidad del maíz producido en todo el mundo. La producción de maíz ha aumentado a un ritmo entre 3 y 7% anual en la última década, pero el porcentaje que se utiliza para alimentación humana es cada vez menor, en relación al volumen total de producción (Cardenal Sevilla, 1998).

El número de granos, peso del grano y número de mazorcas por planta son determinantes en el rendimiento final del grano por planta. El peso del grano, está determinado por factores principales e independientes: el primero está relacionado con el desarrollo de la mazorca su capacidad para producir un número determinado de granos y el otro por el potencial genético del grano de desarrollar su peso individual promedio. El número de granos por mazorca a su vez está determinado por el número de hileras y de granos en cada hilera (Cardenal Sevilla, 1998).

C Descripción botánica del maíz

El maíz es una gramínea anual, erecta, robusta de 0.6 a 3.0 m o más de altura en su madurez. Los tallos son ligeramente comprimidos, gruesos. Las hojas son de 30 a 100 cm. De largo y de 3 a 12 cm. de ancho, la base es redondeada, el ápice más angosto y agudo y los márgenes frecuentemente ásperos o irregulares. Son de color verde en la parte superior, finamente pilosos o glabros en ambas superficies. Las espigas son unisexuales-monoicas, las masculinas terminales solitarias en grupos de 2 a 26, las femeninas en las axilas de una o más hojas generalmente solitarias. La inflorescencia femenina se encuentra envuelta entre 8 o 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes, los estilos son largos, morados o blanco negruzco y penduloso, con un estigma morado bífido que sobresale considerablemente de las brácteas. Las semillas (frutos), son ovoides con un ápice agudo obtuso redondeado y comprimido (Collado, 1982).

D Clasificación botánica del maíz

| | |
|----------|------------------------|
| DIVISIÓN | Magnoliophyta |
| CLASE | Liliopsida |
| SUBCLASE | Commelinidae |
| ORDEN | Cyperales |
| FAMILIA | Poaceae |
| GENERO | <i>Zea</i> |
| ESPECIE | <i>Zea mays</i> |

Fuente: Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University, herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.(3)

E Fases de crecimiento y desarrollo

(Bolaños & Edmeadea, 1993) Indican que en germinación, iniciación floral y madurez fisiológica se delimitan respectivamente, las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano.

Todos los maíces siguen un patrón similar de desarrollo con variaciones según los híbridos, temporadas de siembra, fechas de siembra y localización geográfica (Pionner, 2013a).

Para la normalización de las definiciones, los investigadores de maíz han elaborado una guía para identificar las diferentes etapas de crecimiento del maíz. Por lo tanto, los investigadores asumen que el cultivo alcanza una etapa específica cuando al menos el 50% de las plantas presentan las características correspondientes.

La normalización de las definiciones permite que los investigadores se refieran a los problemas de las etapas de crecimiento específicas. Los investigadores también pueden comparar la fenología de maíz bajo diferentes condiciones ambientales y de tratamientos experimentales.

Los investigadores dividen las etapas de crecimiento en dos grandes categorías:

- ✓ Vegetativa (V)
- ✓ Reproductiva (R)

Además, las etapas de crecimiento se pueden agrupar en cuatro grandes períodos como se puede ver en el siguiente cuadro.

- ✓ Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- ✓ Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3... Vn)
- ✓ Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1)
- ✓ Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

En el cuadro 32 se presenta un resumen de las etapas del maíz.

Cuadro 32. Etapas de crecimiento del maíz.

| Etapa | DAS* | Características |
|-------|------|---|
| VE | 5 | El coleoptilo emerge de la superficie del suelo |
| V1 | 9 | Es visible el cuello de la primera hoja. |
| V2 | 12 | Es visible el cuello de la segunda hoja. |
| Vn | | Es visible el cuello de la hoja número "n". ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta, generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.) |
| VT | 55 | Es completamente visible la última rama de la panícula. |
| R0 | 57 | Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar. |
| R1 | 59 | Son visibles los estigmas. |
| R2 | 71 | Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión. |
| R3 | 80 | Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco. |
| R4 | 90 | Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano. |
| R5 | 102 | Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado. |
| R6 | 112 | Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. |
| | | La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%. |

* DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más frío, se amplían estos tiempos.

Fuente: (CIMMYT, 2013a).

a **Germinación de la Semilla**

El proceso de germinación, es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión una vez superado el período de latencia y cuando las condiciones de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua son las adecuadas (Perisse, 2002).

La fase I de imbibición, es un proceso físico cuya fuerza directriz está determinada por la diferencia de potencial agua entre la semilla y el sustrato que la rodea. Una vez incorporada una cierta cantidad de agua, que varía según la especie, comienza la fase II de activación metabólica. Durante esta fase en la que predominan los procesos catabólicos, se activan las enzimas para el desdoblamiento y movilización de las reservas almacenadas en el endospermo hacia el eje embrionario. La fase III de crecimiento o germinación propiamente dicha se inicia al producirse elongación celular y división celular (Perisse, 2002).

El primer signo de que la germinación se ha completado es la evidencia de la emergencia de la radícula que ha atravesado el tejido que la rodea.

Un hecho interesante es que la ruptura de la cubierta seminal y emergencia de la radícula es precedida por un alargamiento celular, como en el maíz (*Zea mays*). Los cotiledones permanecen bajo el nivel del suelo y no se desarrolla el hipocótilo, la germinación es hipógea, el mesocótilo es el encargado de elevar el coleóptilo junto con el ápice caulinar y los primordios.

En la figura 11 se muestra el proceso de germinación del maíz.

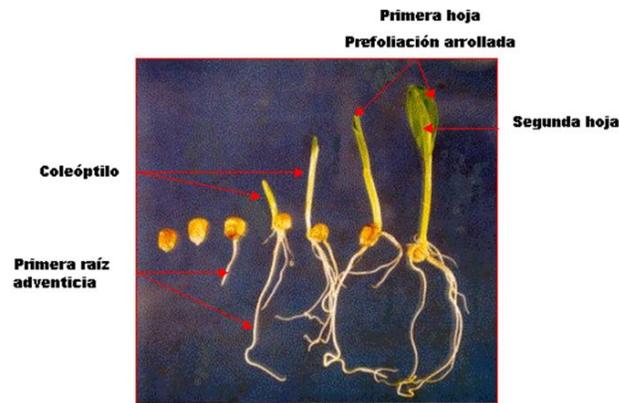


Figura 11. Germinación hipogea del maíz

Fuente: <http://www.semilla.cyta.com.ar/germinacion/germinacion.htm>

En la medida que la plántula se fija firmemente en el suelo y gradualmente se independiza de los tejidos de reserva ya exhaustos, se completa el proceso (Perisse, 2002).

La etapa VE (emergencia) llega cuando el coleóptilo brota de la superficie del suelo.

Las plantas de maíz pueden emerger dentro de los 5-7 días siguientes a la siembra en condiciones de temperatura y humedad ideales.

Los híbridos tardíos generalmente tienen mayor potencial de rendimiento que los híbridos precoces. Sin embargo, los productores deben elegir híbridos basados en las condiciones locales de crecimiento y en específico de acuerdo al ambiente de producción. Las temperaturas frías restringen la absorción de nutrientes y desaceleran el crecimiento. La aplicación de fertilizantes puede ayudar al crecimiento temprano (Pionner, 2013a).

b Fase Vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total (Laffitte, 1994).

En la figura 12 se muestra la germinación y emergencia del maíz.

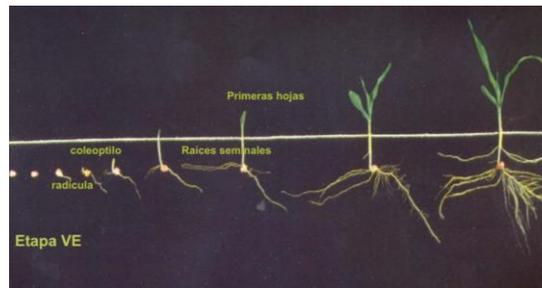


Figura 12. Germinación y emergencia del maíz

Fuente: http://agr.unne.edu.ar/Materias/Agroclima/Fenologia_maiz.pdf.

Etapa V3

En V3, el punto de crecimiento está todavía por debajo de la superficie. El tallo no se ha alargado mucho. Los pelos de la raíz están creciendo de las raíces nodales a medida que las raíces seminales dejan de crecer.

Todos los brotes de hojas y espiga que la planta producirá se forman desde V3 hasta V5. Se forma una pequeña espiga en el extremo del punto de crecimiento. La altura de la parte aérea de la planta es de alrededor de 8 pulgadas (Pionner, 2013a).

Etapa V6

El punto de crecimiento y la espiga se elevan por encima de la superficie del suelo cerca de la etapa V6. El tallo comienza a alargarse. El sistema de raíces nodales crece a partir de los 3 o 4 nudos más bajos del tallo. Algunos macollos son visibles. El desarrollo de los macollos (o hijuelos) depende del híbrido específico, densidad de población, fertilidad y otras condiciones.

La colocación precisa de fertilizantes es menos crítica a medida que las raíces se expanden. Aplicaciones foliares o al suelo pueden ayudar, pero los suelos deficientes son corregidos más eficientemente antes de que aparezcan los síntomas. Abonar con nitrógeno puede ayudar en etapa V8 en suelos húmedos (Pionner, 2013a).

Etapa V9

La disección de una planta en etapa V9 muestra varios brotes de mazorcas (mazorcas potenciales). Estos se desarrollan en todos los nudos de la parte aérea, excepto los últimos 6 a 8 nudos debajo de la espiga. Los brotes inferiores de mazorca crecen rápido al principio, pero solo uno o dos de los más altos desarrollan una mazorca cosechable.

La espiga comienza a desarrollarse rápidamente. Los tallos se prolongan a medida que los entrenudos crecen. Para V10, el tiempo entre etapas de hojas nuevas se acorta a alrededor de dos a tres días.

Cerca de V10, un rápido aumento en nutrientes y acumulación de materia seca comienzan. Esto continúa a lo largo de las etapas reproductivas. Los requerimientos de agua y nutrientes del suelo son muy altos. Esto es para satisfacer una mayor demanda debido a la tasa elevada de crecimiento en esta etapa (Pionner, 2013a).

Etapa V 12

El número de óvulos (granos potenciales) en cada mazorca y el tamaño de la misma, se determinan en la etapa V12. El número de granos por hilera no es determinado sino hasta una semana antes de la floración cerca de la etapa V17.

Las deficiencias de humedad o nutrientes en V10 y hasta V17 son críticas; pueden reducir seriamente el número de granos y el tamaño de la mazorca. Los híbridos de madurez temprana atraviesan todas las etapas de crecimiento en menos tiempo y producen mazorcas más pequeñas que los híbridos de madurez tardía (Pionner, 2013a).

Etapa V 15

Este es el comienzo del periodo más crucial para determinar el rendimiento en grano. Los brotes de mazorca más altos frenan el desarrollo de los brotes bajos. Cada uno o dos días, ocurre una nueva etapa vegetativa.

Los estigmas comienzan a crecer en los brotes de mazorca más altos. Para V17, las puntas de los brotes de mazorca pueden ser visibles fuera de la vaina foliar. La punta de la espiga también puede ser visible.

El estrés hídrico puede causar reducción del rendimiento si comienza dos semanas antes de la floración hasta dos semanas después de la floración. Entre más cercana esté la floración, mayores pérdidas en rendimiento si hay estrés como deficiencias nutrimentales, altas temperaturas o granizo (Pionner, 2013a).

Etapas V18

Los estigmas de los óvulos basales de la mazorca se alargan primero. Los estigmas de los óvulos superiores de la mazorca les siguen. Las raíces adventicias (raíces de los nudos aéreos) crecen de los nudos aéreos para ayudar a soportar a la planta y absorber agua y nutrientes durante las etapas reproductivas.

La planta está alrededor de una semana antes de la floración. El desarrollo del jilote es rápido. Si hay estrés, este puede retrasar el desarrollo de la mazorca y óvulos más que el desarrollo de la espiga. Tal retraso puede provocar una falta de coincidencia entre la liberación de polen y la exposición de los estigmas. Un estrés severo puede retrasar la exposición de los estigmas hasta después de la liberación de polen, resultando en óvulos no fertilizados (Pionner, 2013a).

Etapas VT

La etapa VT llega cuando la última rama de la espiga es completamente visible. La etapa VT comienza entre dos o tres días antes de la emergencia de los estigmas. La planta está cerca de alcanzar su altura máxima. Inicia la liberación de polen, que dura de una a dos semanas. El tiempo entre VT y R1 puede fluctuar considerablemente dependiendo del híbrido y del medio ambiente.

Con la espiga y todas las hojas expuestas, la planta es extremadamente vulnerable al granizo a partir de VT y hasta la fase reproductiva 1 (R1). La pérdida total de hojas por daño

de granizo puede devastar el rendimiento potencial. Si los óvulos no son fertilizados no producirán granos en la mazorca (Pionner, 2013a).

c **Fase Reproductiva**

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que es lo que se cosecha (biomasa). En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas.

Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5 y 8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que pueda causar el estrés ambiental como la sequía, que puede afectar negativamente el rendimiento (Jugenheimer, 1990).

ETAPA R1: FLORACIÓN

La etapa R1 comienza cuando los estigmas son visibles fuera de la mazorca en formación.

La polinización ocurre cuando estos estigmas húmedos capturan los granos de polen que caen. El polen toma aproximadamente 24 horas para llegar al ovulo a través del tubo polínico donde ocurre la fertilización. El óvulo se convierte en un grano. Generalmente, todos los estigmas en una mazorca son polinizados en 2 o 3 días. Los estigmas crecen de 2 a 4 centímetros por día hasta que son fertilizados. El grano en R1 está casi inmerso en partes del olote y es blanco por fuera. El material interior es claro con poco fluido presente (Pionner, 2013b).

El número de óvulos fertilizados es determinado en esta etapa. Aquellos no fertilizados se degenerarán. En este punto, la captación de potasio está casi completa.

La captación de Nitrógeno y fósforo es rápida. El contenido de nutrientes de la hoja se correlaciona altamente con el rendimiento final.

ETAPA R2: ÁMPOLLA

Los granos en R2 son blancos por fuera y se asemejan a una ampolla. El endospermo y su fluido interno ahora abundante son claros. El embrión continúa desarrollándose, pero ahora contiene una pequeña planta de maíz en desarrollo. Muchos de los granos han crecido fuera del material envolvente del olote. La mazorca está cercana a su máximo tamaño. Los estigmas oscurecen y comienzan a secarse. El almidón ha comenzado a acumularse en el endospermo acuoso. Los granos comienzan a acumular materia seca. El llenado de grano está comenzando (Pionner, 2013b).

El Nitrógeno y fósforo se acumulan rápidamente y se traslocan de las partes vegetativas a las partes reproductivas de la planta. Los granos contienen aproximadamente un 85% de humedad y comenzarán a secarse a partir de este punto.

ETAPA R3: GRANO LECHOSO

El grano en R3 toma su color natural por fuera (blanco o amarillo), mientras el fluido interno es ahora lechoso y blanco debido a la acumulación de almidón. El embrión crece rápidamente. La mayoría de los granos en R3 han crecido por encima del olote. Los estigmas son cafés y están secos o comenzando a secarse.

Los granos, aunque con una rápida tasa de acumulación de materia seca, contienen alrededor del 80% de humedad. La división celular dentro del endospermo está esencialmente completa, así que el crecimiento es mayormente debido a la expansión celular y la acumulación de almidón. El rendimiento final depende del número de granos que desarrollen y su tamaño final, así como el peso de los granos. El estrés todavía puede impactar el rendimiento (Pionner, 2013b).

En la figura 13 se muestra la etapa de floración, ampolla y grano lechoso.



Figura 13. Etapa de floración, ampolla y grano lechoso respectivamente

Fuente: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=IRsNt9JUT0c%3D&tabid=84&language=en-US>

ETAPA R4: GRANO MASOSO

La acumulación continua de almidón en el endospermo causa que el fluido lechoso interno se espese y adquiera una consistencia pastosa. Usualmente cuatro capas embrionarias se han formado al tiempo que el embrión crece dramáticamente desde la etapa R3.

Hacia la mitad de R4, el embrión se extenderá transversalmente más de la mitad de la anchura del grano. Justo antes de R5, los granos a lo largo de la mazorca comienzan a dentarse o secarse. La quinta (última) capa embrionaria y las raíces seminales laterales se han formado. Si esta semilla es sembrada, estas cinco capas embrionarias aparecerán en la siguiente temporada después de la germinación y VE (Pionner, 2013b).

El embrión continúa el desarrollo rápidamente. Los granos contienen alrededor del 70% de humedad y han acumulado aproximadamente la mitad de su peso seco final

ETAPA R5: GRANO DENTADO

En R5, todos, o casi todos los granos están dentados o en proceso. Los granos se secan de la punta hacia la parte inferior, donde una capa dura de almidón se está formando. Esta capa de almidón aparece poco después del dentado como una línea a través de la parte trasera del grano (del lado sin embrión). Con la madurez, la capa dura de almidón y la línea avanzan hacia el olote. El almidón acumulado es duro por encima de la línea pero suave por debajo de ésta.

El estrés en esta etapa puede reducir el rendimiento reduciendo el peso del grano. Al comienzo de la etapa R5, los granos tienen cerca del 55% de humedad (Pionner, 2013b).

ETAPA R6: MADUREZ FISIOLÓGICA

Para la etapa R6, los granos han alcanzado su máximo peso seco o acumulación de materia seca. La capa dura de almidón ha avanzado completamente hacia el olote. Una capa de abscisión negra o café se forma, que se mueve progresivamente de los granos de la punta hasta los granos basales de la mazorca. Esta es una buena indicación de madurez fisiológica y señala el fin del crecimiento del grano. Las hojas de la mazorca y muchas hojas no son ya de color verde, aunque el tallo puede serlo.

Una fuerte helada temprana antes de la etapa R6 puede interrumpir la acumulación de materia seca y causar la formación prematura de la capa negra. Esto puede reducir rendimientos causando retrasos en la cosecha (el maíz con daño por heladas es más lento en secarse).

La humedad promedio del grano es 30 a 35%, pero esto puede variar considerablemente según los híbridos y condiciones ambientales. Para un almacenamiento seguro se requiere 13 a 15% de humedad (Pionner, 2013b).

La figura 14 muestra la etapa del grano masoso, grano dentado y su madurez fisiológica.



Figura 14. Etapas de grano masoso, grano dentado y madurez fisiológica respectivamente

Fuente: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=IRsNt9JUT0c%3D&tabid=84&language=en-US>

d Fase de llenado de grano.

Esta fase se inicia inmediatamente después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estrés hídrico y nutricional.

F Requerimientos del Cultivo.

Según Heysey & Eamadea, 1999, el cultivo del maíz requiere de condiciones mínimas que favorezcan su rendimiento. El maíz es una planta anual determinada por puntos cardinales de la germinación, iniciación floral, la floración y la madurez fisiológica, delineando receptivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del foto periodo y de la temperatura.

G Condiciones Climáticas

a Temperatura

Para el cultivo, requiere temperaturas que fluctúen entre 18 a 25 grados centígrados. Temperaturas por debajo y encima de este rango, provocan desórdenes fisiológicos relacionados con la maduración del polen y polinización, por debajo de los 15 grados no se recomienda la siembra por ser muy susceptible a heladas (Villatoro De León, 2005).

b Altitud sobre el nivel del mar

En relación con los requerimiento de temperatura, el maíz encuentra condiciones adecuadas para su cultivo en lugares comprendidos entre 0 a 3000 msnm.

H Condiciones Edáficas

a Tipos de suelo

El cultivo del maíz se adapta a diferentes tipos de suelos, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible que sean francos, franco arenoso, franco limosos ó franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados.

El cultivo del Maíz, se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 5.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por debajo ó arriba de los valores indicados no es recomendable la siembra del cultivo del maíz, por verse afectada la disponibilidad de nutrientes.

b Exigencias nutricionales

El maíz necesita ciertos elementos minerales en cantidades adecuadas para desarrollarse bien. Esos nutrimentos son en general proporcionados por el suelo y por los fertilizantes aplicados. Aunque la planta de maíz usa 13 nutrimentos diferentes, sólo tres son necesarios en cantidades relativamente grandes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Estos son los nutrimentos que con más frecuencia limitan la producción de maíz, aunque el azufre y algunos micronutrientes como el zinc y el magnesio pueden ser restricciones importantes en ciertas zonas (CIMMYT, 2013a).

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz, dependerán si es variedad o híbrido. La exigencia nutricional de una variedad, es menor que la de un híbrido y para ambos el requerimiento nutricional dependerá de:

- ✓ Del volumen de rendimiento esperado por área (kg.ha-1.)
- ✓ Los kg.ha-1, de absorción de los elementos nutricionales que el cultivo obtiene o substraer del suelo.
- ✓ El poder genético de producción que tiene el material y la necesidad nutricional que él mismo exige.
- ✓ La disponibilidad de elementos nutritivos que están en el suelo y el balance que debe de mantenerse.

Según (CATIE) (1990) citado por (Villatoro De León, 2005) los elementos nutricionales críticos para el cultivo del Maíz en el área de Centro América son: Fósforo (P₂O₅), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Boro (B) y Nitrógeno(N). Todos los elementos son necesarios e indispensables, pero el Fósforo y el Nitrógeno son elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo.

Según (CATIE) (1990) citado por (Villatoro De León, 2005) los valores promedio de nutrientes removidos se presentan en el siguiente cuadro.

En el cuadro 33 se presentan los valores promedio de los nutrientes que son removidos por el cultivo de maíz en el ciclo de cultivo.

Cuadro 33. Valores promedio de nutrientes removidos por el cultivo de maíz

| kg.ha ⁻¹ | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|----|----|----|------|------|------|------|------|
| N | P2O5 | K2O | S | Mg | Ca | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 181 | 68.1 | 93.5 | 16 | 12 | 8 | 0.16 | 0.07 | 1.46 | 0.14 | 0.18 |
| kg.ha ⁻¹ , en forma elemental | | | | | | | | | | |
| N | P | K | S | Mg | Ca | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| 181 | 29.96 | 77.6 | 16 | 12 | 8 | 0.16 | 0.07 | 1.46 | 0.14 | 0.18 |

Fuente: (Villatoro De León, 2005)

Según (Bertsch Hernández, 1995), Los requerimientos del cultivo dependen de la cantidad de toneladas por hectárea de grano que se estima cosechar.

Cuadro 34. Requerimientos nutricionales del maíz en kg.ha-1.

| Requerimientos nutricionales del maíz en Kg/ha | | | | | | | | |
|--|--------|-----|----|-----|----|----|----|--|
| kg/ha | ton/ha | N | P | K | S | Mg | Ca | |
| 4000 | 4 | 100 | 18 | 68 | | 14 | 18 | |
| 5000 | 5 | 170 | 30 | 60 | 20 | 25 | 23 | |
| 7000 | 7 | 200 | 34 | 130 | | 24 | 31 | |

Fuente: (Bertsch Hernández, 1995)

I Deficiencias nutricionales

a Síntomas Primarios

A veces el rendimiento puede ser reducido en un 10-30% por carencias de nutrimentos importantes antes de que aparezcan síntomas claros de carencia en el campo. El retraso del crecimiento o cambios de color son los síntomas típicos de deficiencia. Las observaciones de campo, cálculos y análisis del suelo pueden indicar las deficiencias de nutrientes.

Aun cuando no se vean los síntomas, es una buena idea evaluar el nitrógeno y analizar las concentraciones de P en el suelo.

Causas de las carencias de nutrientes

- ✓ No se aplicó suficiente fertilizante (NPK).
- ✓ El fertilizante aplicado se perdió por lixiviación, escurrimiento o volatilización.
- ✓ Se aplica fertilizante cuando el cultivo no puede aprovecharlo bien o cuando el cultivo ya está achaparrado a causa de factores como control inadecuado de malezas.
- ✓ El aniego provoca carencia de N.
- ✓ Hay competencia excesiva por los nutrientes con la maleza o el cultivo intercalado.
- ✓ El pH del suelo hace que ciertos nutrientes sean inaprovechables. Cuando es el Ph es de 8, son comunes las carencias de Zn, Fe y Cu. Ver Suelos ácidos o alcalinos).
- ✓ El suelo contiene escasas cantidades de ciertos micro nutrientes.

En el cuadro 35 se presentan los síntomas de deficiencias nutrimentales.

Cuadro 35. Algunos síntomas de deficiencias

| Síntoma | Probablemente la deficiencia de: | Comentario |
|--|----------------------------------|---|
| Palidez y amarillamiento de las hojas. | Nitrógeno o azufre. | N es más evidente en las hojas viejas, azufre en toda la planta. |
| Color púrpura rojizo. | Fósforo. | El color púrpura puede ser debido al frío. |
| Amarillamiento y muerte a lo largo del borde de la hoja. | Nitrógeno o potasio. | El nitrógeno forma una V invertida a partir de la punta de la hoja. La sequía causa síntomas similares. |
| Bandas cloróticas en las hojas superiores. | Hierro o (raramente) de cobre. | La clorosis puede ser inducida por alto pH del suelo |
| Amplias franjas blancas a lo largo del centro de las hojas nuevas. | Zinc. | |
| Formación de bandas amarillas (clorosis) en las hojas inferiores. | Magnesio. | |

Fuente: (CIMMYT, 2013a)

Si se encuentran los síntomas foliares mencionados en el cuadro anterior, es probable que la carencia sea lo suficientemente importante para causar una reducción del rendimiento. Ciertas enfermedades pueden provocar síntomas similares a los de las carencias de

nutrimentos. Sin embargo, cuando la causa es una carencia, los síntomas tenderán a presentarse en áreas extensas del campo. Si los síntomas se observan sólo en plantas aisladas, es más probable que sean provocados por una enfermedad (CIMMYT, 2013a).

Cuando el maíz se siembra después de un cultivo comercial muy fertilizado, son menos probables las carencias de nutrientes importantes.

J Plagas, enfermedades y factores abióticos que afectan el del cultivo de maíz

a Enfermedades foliares (causadas por hongos).

- ✓ Roya común
- ✓ Mancha foliar por *Curvularia*
- ✓ Mancha foliar por *Cercospora*
- ✓ Rayado foliar por *Macrospora*
- ✓ Mancha foliar por *Phaeosphaeria*
- ✓ Mildiú sorgo del maíz

b Pudrición de tallo y carbones (Enfermedades causadas por hongos)

- ✓ Pudrición carbonosa del tallo
- ✓ Falso carbón de la espiga
- ✓ Pudriciones de tallo por *Gibberella* y *Fusarium*
- ✓ Carbón de la espiga
- ✓ Pudrición de tallo por *Pythium*
- ✓ Pudrición de tallo por *Stenocarpella*

c Pudrición de mazorca (Enfermedades causadas por hongos)

- ✓ Pudrición de mazorca por *Aspergillus*
- ✓ Pudrición de mazorca por *Fusarium*
- ✓ Pudriciones de mazorca por *Penicillium*
- ✓ Pudrición de mazorca por *Stenocarpella*

d Enfermedades causadas por virus y mollicutes

- ✓ Achaparramiento del maíz
- ✓ Mosaico del enanismo del maíz
- ✓ Virus del rayado del maíz

e Plagas que afectan a la planta

- ✓ Gusano soldado
- ✓ Pulgón de la hoja de maíz
- ✓ Chicharrita del achaparramiento del maíz
- ✓ Gusanos cortadores
- ✓ Catarinitas del género Diabrotica
- ✓ Gusano cogollero
- ✓ Pulguilla negra
- ✓ Saltamontes, langostas y chapulines
- ✓ Picudos del maíz
- ✓ Barrenador del maíz
- ✓ Arañuela
- ✓ Gallina ciega
- ✓ Gusanos de alambre

f Clima y suelo

- ✓ Humedad: estrés
- ✓ Humedad: aniego
- ✓ Suelos: ácido, alcalino o salino.
- ✓ Efectos del sol y la temperatura
- ✓ Acame

g Factores Manejo de cultivos

- ✓ Daño químico
- ✓ Características genéticas

- ✓ Densidad
- ✓ Problemas de la siembra: Preparación de la tierra y métodos de siembra

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Evaluar el efecto en el rendimiento de maíz criollo (***Zea mays***) a la fertilización química, basada en las necesidades nutricionales del cultivo y dos formas tradicionales de fertilización.

2.3.2 Específicos

1. Evaluar tres programas de fertilización química en el rendimiento de maíz criollo (***Zea mays***).
2. Analizar económicamente los programas de fertilización evaluados (tratamientos).

2.4 HIPÓTESIS

Los rendimientos en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de maíz criollo (***Zea mays***), serán mayores, con la implementación de un programa tecnificado comparado con programas tradicionales utilizados por los productores de aldea Lo de Silva, Palencia, Guatemala, Guatemala.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Descripción de los tratamientos

Se utilizaron 3 programas de fertilización. El cuadro 36 muestra los tratamientos evaluados, las cantidades totales y por aplicación de nutrientes que aporta cada uno.

Cuadro 36. Nutrientes en kg.ha⁻¹ para todo el ciclo de cultivo, por cada aplicación y para cada tratamiento.

| TRATAMIENTO | TOTAL EN kg/ha DE CADA NUTRIENTE POR APLICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|-------|-------|------|-------|--------------|-------|-------|------|------|--------------|-------|-------|--------------|-------|
| | TOTAL EN Kg/ha DE CADA NUTRIENTE | | | | | 1 APLICACIÓN | | | | | 2 APLICACIÓN | | | 3 APLICACIÓN | |
| | N | P | K | Mg | S | N | P | K | Mg | S | N | P | K | N | S |
| 1 | 217.10 | 13.73 | 77.69 | 3.12 | 24.44 | 46.80 | 13.73 | 25.90 | 3.12 | 6.24 | 70.20 | 0.00 | 51.79 | 100.10 | 18.20 |
| 2 | 122.55 | 13.26 | 25.01 | | | 92.41 | | | | | 30.14 | 13.26 | 25.01 | | |
| 3 | 370.39 | 0.00 | | | | 185.20 | | | | | 185.20 | 0.00 | | | |

En el cuadro 37 se presentan el total de Lts*ha⁻¹ aplicado via foliar de cada nutriente.

Cuadro 37. Nutrientes aplicados vía foliar en litros por hectárea por el Tratamiento 1.

| DOSIS Lts/ha | Producto | Elemento Principal | Aporte de Nutrientes en ml | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | | N-total | P | K | Mg | S | Fe | Zn | Mn | B | Cu | Mo |
| 2.7 | Foliar de Inicio | | 0 | 0 | 0 | 0.017 | 0.03 | 0.014 | 0.004 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.0001 |
| 3.26 | Foliar para Maiz | | 0.16 | 0.18 | 0.14 | 0 | | 0 | 0.024 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.0002 |
| 2.06 | Foliar a base de Zinc | Zinc | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0.21 | 0 | 0.01 | 0 | 0 |
| Total Lts/ha de cada elemento | | | 0.16 | 0.18 | 0.14 | 0.017 | 0.03 | 0.014 | 0.238 | 0.015 | 0.025 | 0.015 | 0.0003 |

El cuadro 38 presenta las fórmulas de fertilizantes utilizadas por cada tratamiento en cada aplicación.

Cuadro 38. Identificación de los tratamientos evaluados en la investigación.

| TRATAMIENTO | PRIMERA FERTILIZACIÓN | DOSIS kg/ha | SEGUNDA FERTILIZACIÓN | DOSIS kg/ha | TERCERA FERTILIZACIÓN | DOSIS kg/ha | FERTILIZACIÓN FOLIAR | DOSIS Lts/ha |
|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------------------|--------------|
| 1 | 18-12-12+2MgO+2.4S | 260 | 27-0-24 | 260 | 38.5 N +7 S | 260 | Foliar | 8.02 |
| 2 | 46-0-0 | 200.9 | 15-15-15 | 200.9 | | | | |
| 3 | 46-0-0 | 402.6 | 46-0-0 | 402.6 | | | | |

2.5.2 Diseño experimental de bloques al azar

El área experimental presentó una gradiente de variación que fue la pendiente, por lo cual se realizó un control local mediante el establecimiento de bloques u estratos lo más homogéneo posible dentro del área experimental. Los tratamientos se distribuyeron de forma aleatoria dentro de cada bloque o área que presente poca variabilidad entre sí. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque es igual al número de tratamientos. Ejerciendo este control local se logró reducir la magnitud del error experimental.

2.5.3 Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij},$$

Lo cual significa que la variable respuesta (Y_{ij}) depende de la media general (μ), del efecto del i-ésimo tratamiento (τ_i), del efecto del j-ésimo bloque y del error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental (ε_{ij}).

2.5.4 Repeticiones y Unidad experimental.

A Número de repeticiones.

Bajo el criterio de 14 grados de libertad

$$GLE = 14$$

$$GLE = (t - 1)(r - 1), \quad \text{donde } t = \text{numero de tratamientos y } r = \text{numero de repeticiones}$$

$$(3 - 1)(r - 1) = 14$$

$$(2)(r - 1) = 14,$$

$$r - 1 = \frac{14}{2}$$

$$r = 7 + 1$$

$$r = 8 \quad \text{entonces } (t - 1)(r - 1) = 12 \text{ despejamos para } r :$$

Para cada tratamiento, se establecieron 8 repeticiones.

B Unidad experimental

La unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de 6.5 metros de ancho por 7 metros de largo. El área de la unidad experimental fue de 45.5 m². Cada parcela conto con 70 posturas, la distancia entre surcos fue de 1.25 metros y entre posturas fue de 0.5 metros, en cada postura se depositan tres granos de maíz.

El experimento estuvo compuesto por un total de 24 unidades experimentales ($t \times r = 3 \times 8 = 24$ U.E.) como se observa en la figura 15.

2.5.6 Manejo Agronómico del experimento

A Preparación del terreno

Se realizó una limpia general, sobre el suelo, realizando un raspado manual utilizando azadón.

B Siembra

Se realizó la siembra de los diferentes tratamientos en la segunda semana de mayo de 2013. El distanciamiento entre surco y surco fue de 1.25 metros y entre postura y postura de 0.5 metros, en cada postura se colocaron tres granos de maíz, la siembra fue manual utilizando estaca, recipiente para la semilla y para el fertilizante (en el tratamiento 1).

C Material Vegetal

Se utilizó semilla criolla o nativa de la región, denominada maíz pinto, es una semilla cuyo ciclo de producción es de 6 meses, y tiene muy buena aceptación por los consumidores, por su sabor y suavidad al momento de consumirse.

D Control de Malezas

Un día antes de la siembra se utilizó Glifosato al 36%, a una dosis de 2.25 Lts.ha⁻¹, para el control de malezas pequeñas, que se encontraban en el área de cultivo. A los 15 días después de la siembra se realizó una segunda aplicación de atrazina al 80% a una dosis de 1 kg.ha⁻¹ para provocar el efecto pre emergente y 2, 4-D al 72%, a una dosis de 1.5 Lts.ha⁻¹ para el control de dicotiledóneas que inician su emergencia.

E Riegos

El riego del experimento, fue con agua de lluvia.

F Fertilización

Se aplicaron al suelo diferentes programas de fertilización.

a **Programa 1.**

El programa está diseñado con diferentes combinaciones de nutrientes para cada etapa de cultivo. Al momento de la siembra se aplicó la fórmula de inicio (18-12-12+2MgO+2.4S), en la etapa V5 se aplicó la fórmula (27-0-24) y en la etapa V9 del cultivo se aplicó la fórmula (38.5%N + 7.2%S).

En el programa 1 se realizaron tres aplicaciones foliares. La primera en V3, la segunda en V5 y la tercera en V9, con los productos que se detallan en el cuadro 37.

Estas fórmulas fueron diseñadas especialmente para cubrir los requerimientos del cultivo de maíz en sus momentos oportunos de aplicación y alcanzar buenos rendimientos.

Programa Nutricional: Para obtener buenos resultados es importante utilizar las dosis recomendadas, pero principalmente, respetar los momentos de aplicación con base en el desarrollo del cultivo.

El cuadro 39 muestra el momento de aplicación, dosis y la función que tiene sobre la semilla el foliar de inicio.

Cuadro 39. Foliar que vigoriza la germinación de la semilla de maíz.

| TRATAMIENTO A LA SEMILLA | MOMENTO DE APLICACIÓN | PRODUCTO | DOSIS 16 Lts. | OBSERVACIONES |
|--------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | Antes de la siembra | Foliar de inicio | 0.022Lts/Kg de semilla | Vigoriza germinación |

El cuadro 40 presenta el momento de aplicación, el producto y la dosis en la nutrición al suelo, utilizada en el programa 1.

Cuadro 40. Programa 1 de fertilización al Suelo, en el cultivo de maíz.

| NUTRICIÓN AL SUELO | MOMENTO DE APLICACIÓN | PRODUCTO | DOSIS kg.ha ⁻¹ | OBSERVACIONES |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | Al momento de la siembra | 18-12-12+2MgO+2.4S | 260 | Incorporado |
| | En estado V5, 5 hojas verdaderas | 27-0-24 | 260 | Incorporado |
| | En estado V9, 9 hojas verdaderas | 38.5 N + 7.2 S | 260 | Al pie de la planta |

El cuadro 41 presenta el momento de aplicación, el producto y la dosis en la nutrición foliar para el programa 1.

Cuadro 41. Programa 1 Nutrición Foliar en el cultivo de maíz.

| NUTRICIÓN FOLIAR | MOMENTO DE APLICACIÓN | PRODUCTO | DOSIS Lts/Ha |
|-------------------------|----------------------------------|---|------------------------|
| | Estado V3, 3 hojas verdaderas | Foliar de Inicio | 1.03 |
| | | Foliar a base de Zinc | 1.03 |
| | Estado V5, 5 hojas verdaderas | Foliar especial para el cultivo de maíz | 1.545 |
| | | Foliar a base de Zinc | 1.03 |
| | Estado V9, 9 hojas verdaderas | Foliar especial para el cultivo de maíz | 1.717 |
| | | Foliar de Inicio | 1.717 |

La figura 16 muestra las aplicaciones de fertilizante al suelo y vía foliar del programa 1.

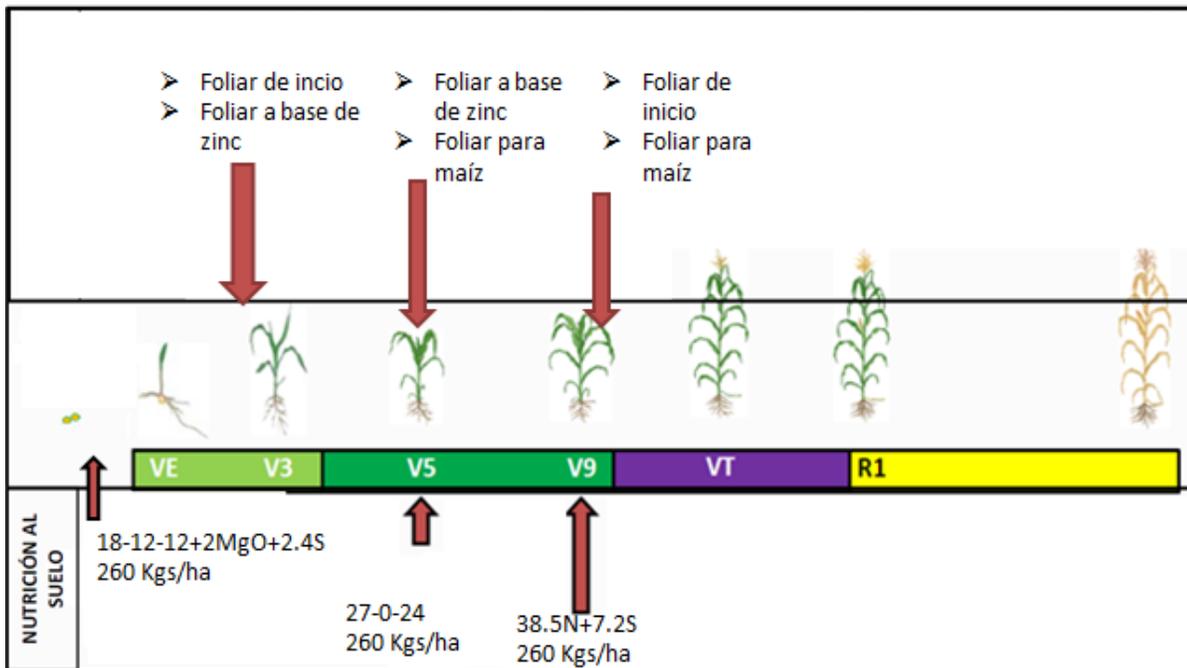


Figura 16. Programa 1 de fertilización al suelo y foliar.

b **Programa 2 de fertilización de maíz.**

El cuadro 42 presenta el momento de aplicación, producto y la dosis utilizada en el programa 2.

Cuadro 42. Programa 2 de Fertilización usado por el agricultor, en el cultivo de maíz.

| NUTRICIÓN AL SUELO | MOMENTO DE APLICACIÓN | PRODUCTO | DOSIS kg.ha ⁻¹ | OBSERVACIONES |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | | En estado V5, 5 hojas verdaderas | 46-0-0 | 200.9 |
| | En estado V9, 9 hojas verdaderas | 15-15-15 | 200.9 | Al pie de la planta |

La figura 17 muestra las aplicaciones de fertilizante al suelo del programa 2.

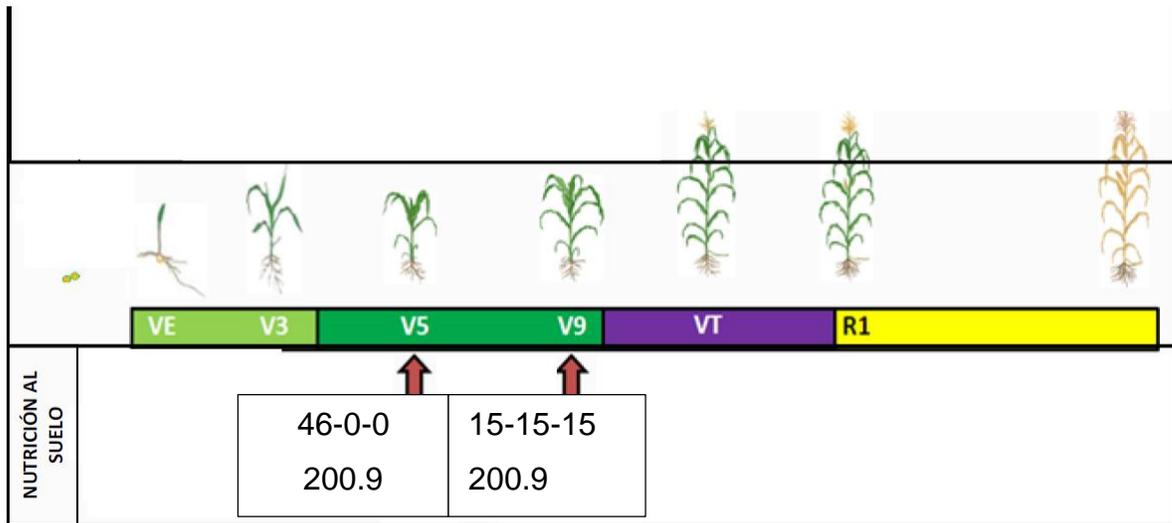


Figura 17. Programa 2 de fertilización.

c Programa 3 de fertilización de maíz.

El cuadro 43 presenta el momento de aplicación, el producto y la dosis utilizada en el programa 3.

Cuadro 43. Programa 3 de fertilización utilizado por el agricultor en el cultivo de maíz.

| NUTRICIÓN AL SUELO | MOMENTO DE APLICACIÓN | PRODUCTO | DOSIS kg.ha ⁻¹ | OBSERVACIONES |
|--------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|--------------------------------------|
| | En estado V5, 5 hojas verdaderas | 46-0-0 | 402.6 | Sobre el suelo, al pie de la planta. |
| | En estado V9, 9 hojas verdaderas | 46-0-0 | 402.6 | Al pie de la planta |

La figura 18 muestra las aplicaciones de fertilizante al suelo del programa 3

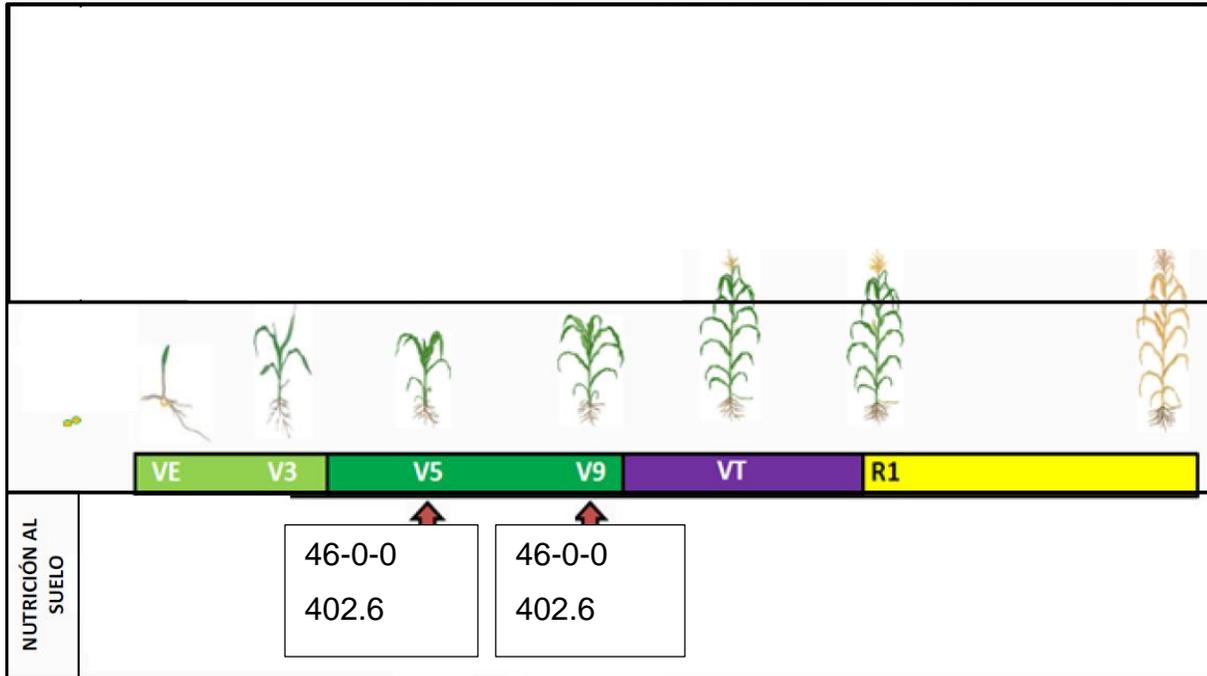


Figura 18. Programa 3 de fertilización de maíz.

G Control de plagas

Para el control de plagas se aplicaron insecticidas en forma alterna entre ellos, Profenofos, cipermetrina, spinetoram, a dosis recomendadas según, la incidencia de las mismas.

H Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se aplicaron fungicidas como benomilo al 80% a 0.9 kg.ha^{-1} , utilizando dosis recomendadas. Debido a las constantes lluvias se realizaron dos aplicaciones, a manera preventiva, antes de que aparecieran los síntomas.

I Cosecha

Esta se realizó cuando las mazorcas, de las plantas de maíz, alcanzaron su madurez fisiológica.

J Variables de Respuesta

a Rendimiento

Se cosecho la parcela neta de manera manual, se determinó su porcentaje de humedad, se desgranaron y pesaron con el uso de una balanza semianaltica, para determinar el rendimiento de maíz, en kilogramos por hectárea.

b Diámetro de la mazorca

Se tomaron 5 mazorcas de cada parcela neta, de cada unidad experimental, a cada una de estas mazorcas se le determino el diámetro en centímetros con ayuda de un vernier, con la finalidad de obtener el diámetro promedio por mazorca.

c Longitud de la mazorca

Se tomaron 5 mazorcas de cada parcela neta, de cada unidad experimental, se determinó la longitud promedio en centímetros de cada mazorca con ayuda de una regla graduada, midiendo de la base hacia la punta donde terminan los granos.

d Peso de 100 granos

Se tomaron 5 mazorcas de cada parcela neta, de cada unidad experimental, estas se desgranaron para determinar el peso promedio de 100 granos de maíz.

e Número de granos por mazorca

Se tomaron 5 mazorcas de la parcela neta, de cada unidad experimental, estas se desgranaron determinado el peso de grano por mazorca y con ayuda del peso de 100 granos se determinó el número de granos por mazorca.

2.5.7 Análisis de la información

A Análisis estadístico

Las variables que estuvieron sujetas al análisis estadístico fueron las siguientes: rendimiento, diámetro de la mazorca, longitud de mazorca, peso de mazorca, peso de 100 granos.

Para cada una de las variables de respuesta, se realizó un análisis de varianza.

a. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS:

$H_0: \tau = \tau_i$ (No existe diferencia entre los tratamientos evaluados)

$H_a: \tau_i \neq \tau$ (Si existe diferencia significativa entre los tratamiento evaluados)

a Interpretación del análisis

Cuanto mayor sea el efecto de los tratamientos mayor será el valor de F ; entonces la varianza puede ser causada por los tratamientos.

Si el valor calculado de $F < F_{tabular}$, se acepta la H_0 .

Si el valor calculado de $F > F_{tabular}$, se rechaza H_0 .

$$F_{tabular} = F_{\alpha}(G.L.tratamientos, G.L.error)$$

Coeficiente de Variación

$$C.V. = \frac{S_{error}}{\bar{y}} = \frac{\sqrt{C.M.error}}{\bar{y}}$$

En la investigación no existieron diferencias significativas por tanto no se realizó prueba de tukey.

Eficiencia relativa de la implementación de bloques respecto el diseño completamente al azar.

$$E = \frac{C.M.error(DCA)}{C.M.error(BCA)}, \quad E > 1 \text{ incrementó eficiencia.}$$

B Análisis económico

No encontrando diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, según el criterio económico, se recomienda el tratamiento con el menor costo total.

2.6 RESULTADOS

La investigación se realizó para determinar que programa de nutrición, genera el mayor rendimiento, y el mejor beneficio económico.

Se analizaron los resultados de las variables en estudio; rendimiento, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de 100 granos y número de granos por mazorca.

2.6.1 Variables de respuesta.

En el cuadro 44, se presenta un resumen de las ANDEVAS de cada una de las variables evaluadas.

Cuadro 44. Resumen de análisis de varianza para las variables de respuesta evaluadas.

| | | Variables de Respuesta | | | | |
|--------------|---------|------------------------|----------|----------|------------------------------|--------------------|
| | | Rendimiento | Diámetro | Longitud | Número de granos por mazorca | Peso de 100 granos |
| Tratamientos | p-valor | 0.3206 | 0.4697 | 0.3954 | 0.6674 | 0.2802 |
| Bloques | p-valor | 0.0286 | 0.7582 | 0.0002 | 0.3798 | 0.0210 |
| | cv | 14.4300 | 3.2100 | 2.6200 | 8.2900 | 3.4600 |

En el cuadro 44 se observa que no existe diferencia estadística para ninguna de las variables evaluadas (rendimiento, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de granos por mazorca y peso de 100 granos). Los coeficientes de variación (CV), para cada variable de respuesta fueron menores a 20 %, indicando un buen manejo del experimento (Gonzales, 2011). Sin la influencia de factores externos que afecten las variables de respuesta.

Con los resultados de análisis de suelos (ver figura 20A) se calcularon, las cantidades de nutriente en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aportadas por el suelo, y se compararon con diferentes requerimientos de nutrientes del maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ como se observa en el cuadro 45.

Cuadro 45. Requerimientos del cultivo de maíz, aporte del suelo y aporte de los tratamientos evaluados en la investigación en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

| Rendimiento esperado de maíz | | Requerimientos nutricionales del maíz en Kg/ha | | | | | | | | | | |
|---|---------------|--|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Kg/ha | Ton/ha | N | P | K | S | Mg | Ca | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| | | 181 | 30 | 77.6 | 16 | 12 | 8 | 0.16 | 0.07 | 1.46 | 0.14 | 0.18 |
| 4000 | 4 | 100 | 18 | 68 | | 14 | 18 | | | | | |
| 5000 | 5 | 170 | 30 | 60 | 20 | 25 | 23 | | | | | |
| 7000 | 7 | 200 | 34 | 130 | | 24 | 31 | | | | | |
| Aporte de Suelo en Kg/ha | | | 192 | 1420 | 16 | 571 | 3992 | 2.36 | 1 | 15 | 80 | 40 |
| Aporte total de nutrientes en Kg/ha | Tratamiento 1 | 217 | 13.7 | 77.7 | 24.4 | 3.12 | | | | | | |
| | Tratamiento 2 | 123 | 13.3 | 25 | | | | | | | | |
| | Tratamiento 3 | 370 | | | | | | | | | | |

Los datos del cuadro 45 indican las cantidades de macronutrientes primarios, macronutrientes secundarios, y micronutrientes que necesita el cultivo de maíz en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, el aporte del suelo, y el aporte de cada tratamiento.

Con los aportes de nutrientes en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ del suelo, se cubren diferentes demandas de nutrientes que se plantean en el cuadro 45, exceptuando el nitrógeno. El nitrógeno es un nutriente que por su alta movilidad en el suelo siempre se debe aplicar, en la cantidad que el cultivo demanda Según (Bertsch Hernández, 1995).

Los tratamientos aportaron al suelo, diferentes nutrientes en diferentes cantidades.

El aporte de los nutrientes por los tratamientos no es significativo en el rendimiento porque el suelo aporta cantidades suficientes. Exceptuado el Nitrógeno.

Los aportes de nitrógeno de los diferentes tratamientos superan, el requerimiento de nutrientes para obtener un rendimiento de $4000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Ver cuadro 45). Se tomó este requerimiento porque el rendimiento de maíz en la investigación no sobrepasó los $4000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ como se muestra en el cuadro 46.

Cuadro 46. Rendimiento promedio en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para cada tratamiento evaluado.

| Rendimiento promedio en $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | |
|--|--------------------------------|
| Tratamiento | $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ |
| 1 | 3067.13 |
| 2 | 2765.91 |
| 3 | 2807.16 |

Según el cuadro 44, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, respaldado por los aportes de nutrientes del suelo. La diferencia en rendimiento que se observa en el cuadro 46, para los tratamientos es por las cantidades, y momentos en que fue aplicado el nitrógeno.

En la figura 19 se muestra la absorción del nitrógeno durante el ciclo de cultivo.

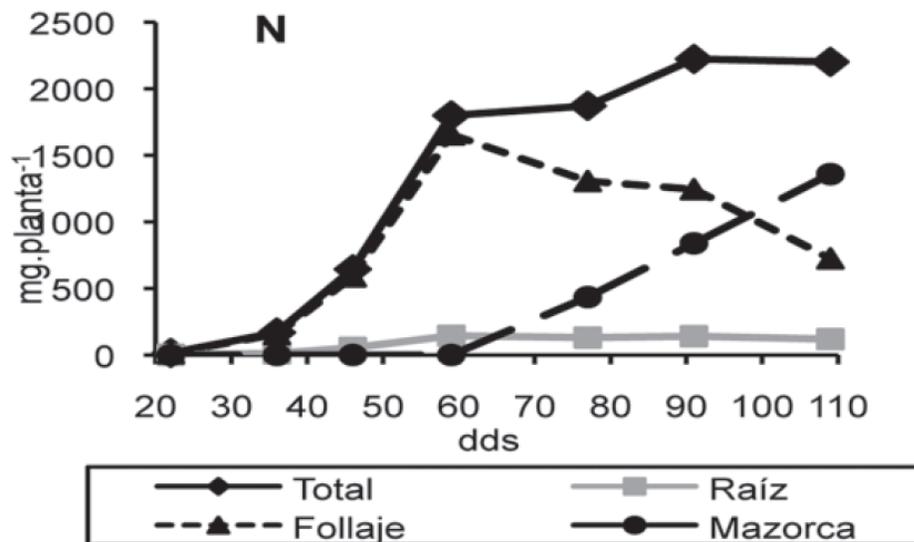


Figura 19. Absorción del Nitrógeno en el ciclo de cultivo.

Fuente: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_033.pdf

El cuadro 47 muestra el momento en que se realizó la aplicación, el porcentaje aplicado de nitrógeno por aplicación, para cada tratamiento.

Cuadro 47. Porcentaje de nitrógeno agregado al suelo por aplicación, para cada tratamiento.

| Kg.ha ⁻¹ y Porcentaje de Nitrógeno por Aplicación | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|----------------------|-----|---------------------|----------------------|-----|
| Tratamiento | Kg.ha ⁻¹ | % en 1 Aplicación | DDS | Kg.ha ⁻¹ | % en 2 Aplicación | DDS | Kg.ha ⁻¹ | % en 3 Aplicación | DDS |
| 1 | 46.80 | 21.56 | En la siembra | 70.20 | 32.34 | 40 | 100.10 | 46.11 | 80 |
| 2 | 92.41 | 75.41 | 26 | 30.14 | 24.59 | 60 | | 0.00 | |
| 3 | 185.20 | 50.00 | 26 | 185.20 | 50.00 | 60 | | 0.00 | |
| DDS | | Días después de la siembra en que se realizó la aplicación del fertilizante | | | | | | | |

Contrastando la figura 19 con el cuadro 47, podemos observar que 40 y 80 días después de la siembra hay una mayor tasa de absorción de nitrógeno y a los 0, 40 y 80 días se aplicó nitrógeno en el tratamiento 1. Colocando el nitrógeno en momentos y cantidades oportunos de absorción.

En el tratamiento 2 y 3, el nitrógeno se aplicó a los 26 y 60 días después de la siembra, etapa donde la tasa de absorción de nitrógeno por la planta es intermedia según (Echandi & Fallas, 2011).

El cuadro 48 presenta los niveles de nutrientes presentes en las plantas para cada tratamiento.

Cuadro 48. Resultado de análisis foliar, para cada uno de los tratamientos evaluados.

| NUTRIENTE | PORCENTAJE | | | | | | PPM (PARTES POR MILLON) | | | | | |
|-----------------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | Na | Cu | Zn | Fe | Mn | B |
| Rango Adecuado | 3-3.5 | 0.25-0.45 | 2-2.5 | 0.25-0.5 | 0.13-0.3 | 0.15-0.5 | -- | 3- 15. | 15-60 | 10-200 | 15-300 | 4-25. |
| Tratamiento 1 | 3.21 | 0.23 | 2.25 | 0.56 | 0.09 | 0.09 | 120 | 5 | 20 | 120 | 50 | 5.8 |
| Tratamiento 2 | 2.8 | 0.22 | 1.63 | 0.69 | 0.09 | 0.1 | 100 | 5 | 15 | 105 | 55 | 5.1 |
| Tratamiento 3 | 3.25 | 0.25 | 2.25 | 0.63 | 0.05 | 0.13 | 100 | 5 | 20 | 120 | 55 | 5.6 |

Según el cuadro 48, el nitrógeno para el tratamiento 2 no se encuentra en el rango adecuado, esto se manifestó en el rendimiento al final de la cosecha, en el tratamiento 2 se obtuvo menor rendimiento en kilogramos por hectárea.

Para el tratamiento 1 y 3, los niveles de nitrógeno en la planta están dentro del rango adecuado Según (Mills & Jones, 1996)

El que no existan diferencias estadísticas en el rendimiento de maíz, se justifica con el resultado de análisis de suelo y se confirma con el análisis foliar. Otro factor que influyó para que no hubiera diferencias estadísticas en el rendimiento de maíz, fue el tipo de semilla utilizada, el maíz pinto es una variedad que en años anteriores sus rendimientos estuvieron en un rango de 2000 a 2800 kg.ha⁻¹.

2.6.2 Análisis económico

El cuadro 49 presenta los ingresos y costos totales por hectárea, para cada tratamiento.

Cuadro 49. Ingresos y costos totales para cada tratamiento por hectárea.

| | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| INGRESOS | | | |
| Rendimiento (Quintales por hectarea) | 67.48 | 60.85 | 61.76 |
| Precio por Quintal en Q | Q 130.00 | Q 130.00 | Q 130.00 |
| INGRESO TOTAL | Q 8,771.98 | Q 7,910.49 | Q 8,028.47 |
| COSTOS DIRECTOS | | | |
| Mano de Obra por hectarea | | | |
| Preparación del terreno | Q 215.00 | Q 215.00 | Q 215.00 |
| Aplicacion de agroquimicos y foliares | Q 517.70 | Q 517.70 | Q 517.70 |
| Siembra | Q 214.25 | Q 214.25 | Q 214.25 |
| Aplicación de Fertilizante | Q 771.85 | Q 686.00 | Q 686.00 |
| Cosecha | Q 428.45 | Q 428.45 | Q 428.45 |
| Aporreo | Q 337.38 | Q 304.25 | Q 308.79 |
| Insumos por hectarea | | | |
| Semilla | Q 125.00 | Q 125.00 | Q 125.00 |
| Herbicidas | Q 236.80 | Q 236.80 | Q 236.80 |
| Insecticidas | Q 134.23 | Q 134.23 | Q 134.23 |
| Fungicidas | Q 119.50 | Q 119.50 | Q 119.50 |
| Fertilizantes foliares | Q 661.85 | Q - | Q - |
| Fertilizantes granulares | Q 4,118.40 | Q 2,276.20 | Q 4,251.45 |
| TOTAL DE COSTOS DIRECTOS | Q 7,880.41 | Q 5,257.38 | Q 7,237.17 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | |
| Arrendamiento por hectarea | Q 700.00 | Q 700.00 | Q 700.00 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | Q 700.00 | Q 700.00 | Q 700.00 |
| COSTO TOTAL | Q 8,580.41 | Q 5,957.38 | Q 7,937.17 |

El que no existan diferencias significativas en el rendimiento, indica que no existen diferencias significativas en los ingresos totales, de los tratamientos evaluados.

Según el criterio económico se recomienda utilizar el tratamiento que tiene el menor costo total. Siendo este el programa de fertilización 2 (tratamiento 2), con un costo total de Q 5,957.38 por hectárea.

2.7 CONCLUSIONES

1. No existió diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento de maíz (***Zea mays***) en los programas de fertilización evaluados. Los factores que incidieron en estos resultados están ligados a la alta fertilidad del suelo en donde se desarrolló la investigación.
2. El programa de fertilización 2 (Tratamiento 2) generó el menor costo total Q 5,957.38 por hectárea.

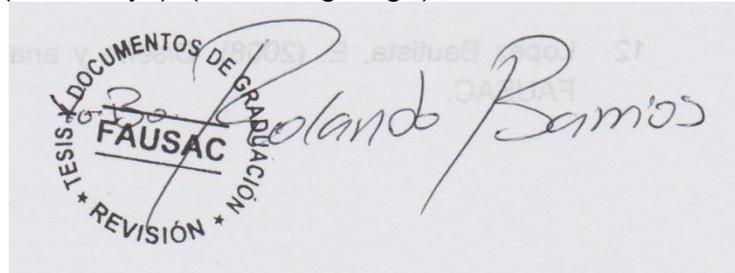
2.8 RECOMENDACIONES

1. Realizar una investigación, con diferentes variedades de maíz de alto rendimiento que se adapten a la zona donde se desarrolló la investigación.
2. Realizar un análisis de suelos antes de implementar una investigación con fines de comparar programas de fertilización.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Bertsch Hernández, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
2. Bolaños, J., & Edmeadea, G. (1993). *A eight cycles of selection for drought lowlands tropicals maize: responses in grain yield, biomaa and radiation utilization*. Mexico: CIMMYT 256 p.
3. Cardenal Sevilla, L. (1998). *La revolucion del maiz: el maiz en el siglo XXI*. Guatemala: Helvetas Guatemala. p.32-44.
4. CIMMYT. (2013a). *Bienvenido Doctor maíz*. Recuperado el 20 de 03 de 2013, de CIMMYT: <http://maizedoctor.cimmyt.org/>
5. CIMMYT. (2013b). *Lista de plagas y enfermedades*. Recuperado el 15 de Marzo de 2013, de CIMMYT, Doctor Maíz: <http://maizedoctor.org/es/plagas-y-enfermedades/lista>
6. Collado, C. (1982). *Evaluacion del rendimientoy adaptacion de hibridos y variedades de maiz en los municipios de Nueva Concepcion y Tiquisate (Tesis Ing. Agr.)*. Recuperado el 20 de 10 de 2014, de USAC, Biblioteca Central: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0644.pdf
7. Echandi, R., & Fallas, C. (2011). *Caracterización del desarrollo y absorcion de nutrimentos del hibrido HC-57*. Recuperado el 07 de Julio de 2014, de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_033.pdf
8. Elías Ogaldez, G., Galvez Alburez, L., & Paz Reyes, E. d. (2008). *Manejo integrado de las microcuencas hidrográficas del municipio de Palencia, departamento de Guatemala*. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de DIGI: digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puirna/INF-2008-075.pdf
9. Gonzales, D. O. (2011). Diseños experimentales. *Curso de estadística aplicada* . Guatemala, Guatemala: USAC, FAUSAC.
10. Jugenheimer, R. (1990). *Variedades mejoradas, metodos de cultivo y produccion de semillas*. México: Limusa.
11. Laffitte, H. (1994). *Identificacion de problemas en la produccion de maiz tropical: guia de campo*. Mexico: CIMMYT.
12. Lopez Bautista, E. (2008). *Diseño y analisis de experimentos*. Guatemala: USAC, FAUSAC.

13. MAGA; INAB. (2002). *Mapa de clasificación taxonómica de suelos, primera aproximación*. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de MAGA: http://sintet.net/images/com_mapoteca/gallery/250/250_image_1_pti.jpg
14. Martinez, L. (2005). *Municipio de Palencia*. Guatemala: USAC.
15. Mills, H. A., & Jones, B. J. (1996). *Plant analysis*. Athens, Georgia: MicroMacro Publishing.
16. Perisse, P. (2002). *Semillas*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.semilla.cyta.com.ar/germinacion/germinacion.htm>
17. Pionner. (2013a). *Crecimiento y desarrollo a travez de la fase vegetativa del maíz*. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de Pionner: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=l9541EbNAMg%3D&tabid=84&language=en-US>
18. Pionner. (2013b). *Crecimiento y desarrollo a travez de las fases reproductivas del maíz*. Recuperado el 15 de marzo de 2013, de Pionner: <http://mexico.pioneer.com/LinkClick.aspx?fileticket=IRsNt9JUT0c%3D&tabid=84&language=en-US>
19. Reyes, M. (Junio de 2012). *Metodos de investigación agricola*. (C. Pérez Lara, Entrevistador)
20. Segura, L. (2008). *Evaluacion de 19 hibridos de maiz (Zea mays) provenientes de Latioamerica, en Centro Experimental Docente de Agronomia (CEDA), Zona 12 (Tesis Ing. Agr.)*. Guatemala: USAC, FAUSAC.
21. Tobias, H. L. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 -memoria técnica*. Recuperado el 20 de 05 de 2014, de MAGA / PAFG / INAB: http://www.sigmaga.com.gt/pdfs_sigmaga/001-%20DOC%20MAPA%20CLASIF%20TAXONOMICA%20MEMORIA%20TECNICA.pdf
22. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias. (2004). *Maíz fenología*. Recuperado el 30 de 03 de 2012, de http://agr.unne.edu.ar/Materias/Agroclima/Fenologia_maiz.pdf
23. Villatoro De Leon, E. A. (2005). *Efecto de lodos provenientes de plantas de tratamiento sobre maiz dulce (Zea mays) (Tesis Ing. Agr.)*. Guatemala: USAC, FAUSAC.



2.10 APÉNDICE

Cuadro 50A. Rendimiento de maíz en kilogramos por parcela.

| Rendimiento en kilogramos por parcela neta | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Repeticiones | | | | | | | | | |
| Tratamientos | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | PROMEDIO |
| T1 | 5.11 | 4.51 | 6.17 | 6.18 | 7.03 | 4.20 | 5.14 | 7.66 | 5.75 |
| T2 | 4.53 | 4.61 | 4.40 | 4.86 | 5.36 | 4.58 | 5.50 | 7.65 | 5.19 |
| T3 | 5.70 | 5.69 | 4.68 | 3.90 | 5.15 | 5.42 | 5.17 | 6.40 | 5.26 |

Cuadro 51A. Rendimiento de maíz en kilogramos por hectárea.

| Rendimiento en kilogramos por hectárea | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Repeticiones | | | | | | | | | |
| Tratamientos | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | PROMEDIO |
| T1 | 2726.33 | 2405.33 | 3290.00 | 3295.33 | 3749.33 | 2240.00 | 2743.33 | 4087.33 | 3067.13 |
| T2 | 2418.00 | 2458.58 | 2348.67 | 2592.67 | 2856.00 | 2440.67 | 2932.67 | 4080.00 | 2765.91 |
| T3 | 3040.00 | 3033.33 | 2495.25 | 2079.33 | 2744.67 | 2892.67 | 2756.67 | 3415.33 | 2807.16 |

Cuadro 52A. Análisis de varianza, para el rendimiento en kg.ha⁻¹.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Rendimiento en Kg/ha | 24 | 0.64 | 0.41 | 14.43 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------------|----|-----------|------|---------|
| Modelo. | 4364068.85 | 9 | 484896.54 | 2.81 | 0.0407 |
| Tratamiento | 426714.80 | 2 | 213357.40 | 1.24 | 0.3206 |
| Bloque | 3937354.06 | 7 | 562479.15 | 3.26 | 0.0286 |
| Error | 2417881.06 | 14 | 172705.79 | | |
| Total | 6781949.92 | 23 | | | |

Cuadro 53A. Diámetro en centímetros en la base de la mazorca para cada unidad experimental.

| Tratamientos | Diámetro en centímetros | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| T1 | 4.27 | 4.43 | 4.35 | 4.25 | 4.48 | 4.15 | 4.22 | 4.38 |
| T2 | 4.30 | 4.28 | 4.23 | 4.15 | 4.38 | 4.20 | 4.23 | 4.08 |
| T3 | 4.29 | 4.22 | 4.37 | 4.05 | 4.08 | 4.33 | 4.45 | 4.52 |

Cuadro 54A. Análisis de varianza para el diámetro de mazorca en centímetros.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diametro en cms | 24 | 0.29 | 0.00 | 3.21 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 0.11 | 9 | 0.01 | 0.63 | 0.7531 |
| Tratamiento | 0.03 | 2 | 0.02 | 0.80 | 0.4697 |
| Bloque | 0.08 | 7 | 0.01 | 0.58 | 0.7582 |
| Error | 0.26 | 14 | 0.02 | | |
| Total | 0.37 | 23 | | | |

Cuadro 55A. Longitud de mazorca en centímetros para cada unidad experimental.

| Tratamientos | Longitud de mazorca en centímetros | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| T1 | 16.48 | 15.75 | 15.34 | 14.42 | 15.67 | 16.37 | 15.00 | 16.27 |
| T2 | 16.50 | 15.58 | 15.21 | 14.75 | 15.20 | 15.40 | 14.11 | 16.26 |
| T3 | 15.55 | 15.38 | 15.08 | 14.00 | 16.05 | 16.42 | 14.92 | 16.75 |

Cuadro 56A. Análisis de varianza para longitud de mazorca en centímetros.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Longitud en cms | 24 | 0.83 | 0.72 | 2.62 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 11.28 | 9 | 1.25 | 7.59 | 0.0005 |
| Tratamiento | 0.33 | 2 | 0.16 | 0.99 | 0.3954 |
| Bloque | 10.95 | 7 | 1.56 | 9.47 | 0.0002 |
| Error | 2.31 | 14 | 0.17 | | |
| Total | 13.59 | 23 | | | |

Cuadro 57A. Número de granos por mazorca de cada unidad experimental.

| Tratamiento | Número de granos por mazorca | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| T1 | 363 | 331 | 360 | 311 | 383 | 346 | 351 | 370 |
| T2 | 382 | 340 | 358 | 319 | 329 | 349 | 344 | 289 |
| T3 | 351 | 337 | 384 | 310 | 296 | 343 | 323 | 403 |

Cuadro 58A. Análisis de varianza para el número de granos por mazorca, para cada unidad experimental.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Numero de granos por mazor.. | 24 | 0.39 | 1.5E-04 | 8.29 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 7358.68 | 9 | 817.63 | 1.00 | 0.4821 |
| Tratamientos | 680.57 | 2 | 340.28 | 0.42 | 0.6674 |
| Bloques | 6678.11 | 7 | 954.02 | 1.17 | 0.3798 |
| Error | 11442.40 | 14 | 817.31 | | |
| Total | 18801.08 | 23 | | | |

Cuadro 59A. Peso de 100 granos (unidad de medida gramos), para cada unidad experimental.

| Peso de 100 granos | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tratamiento | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| T1 | 30.9 | 30.5 | 33.5 | 31 | 28.5 | 30.5 | 28.5 | 30 |
| T2 | 29.3 | 31.2 | 32.5 | 28.5 | 29.5 | 27.5 | 28 | 30.5 |
| T3 | 30 | 29 | 31 | 30.5 | 30 | 29.5 | 29 | 29 |

Cuadro 60A. Análisis de varianza para peso de 100 granos

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso de 100 granos | 24 | 0.66 | 0.45 | 3.46 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 29.66 | 9 | 3.30 | 3.07 | 0.0297 |
| Tratamiento | 3.00 | 2 | 1.50 | 1.40 | 0.2802 |
| Bloque | 26.66 | 7 | 3.81 | 3.54 | 0.0210 |
| Error | 15.05 | 14 | 1.07 | | |
| Total | 44.70 | 23 | | | |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"

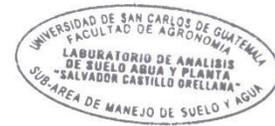


INTERESADO: CRISTIAN PEREZ
PROVENIENCIA: PALENCIA, GUATEMALA
FECHA DE INGRESO: 20/8/2013

| IDENTIFICACION | pH | ppm | | | | | | | Meq/ 100 gr | | | | | % | |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------------|------|-------|-------|-----------|-------|------|
| | | P | Cu | Zn | Fe | Mn | B | S | CIC | Ca | Mg | Na | K | SB | M.O |
| RANGO ADECUADO | 6-6.5 | 12-16 | 2-4 | 4-6 | 10-15 | 10-15 | | | 20-25 | 4-8 | 1.5-2 | ----- | 0.27-0.38 | 75-90 | 4-5 |
| M-1 | 6.0 | 96 | 0.50 | 20.00 | 7.50 | 40.00 | 1.18 | 8.28 | 26.19 | 9.98 | 2.38 | 0.17 | 1.82 | 54.83 | 3.72 |

ANALISIS FISICOS

| IDENTIFICACION | % | | | CLASE TEXTURAL |
|----------------|---------|-------|-------|----------------|
| | Arcilla | Limo | Arena | |
| M-1 | 23.27 | 31.12 | 45.61 | FRANCO |



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Figura 20A. Análisis de suelos, del terreno donde fue implementado el experimento.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: CRISTIAN PEREZ
PROCEDENCIA: PALENCIA, GUATEMALA
FECHA DE INGRESO: 20/8/2013
CULTIVO: MAIZ

| IDENTIFICACION | % | | | | | | Ppm | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|-----|----|----|-----|----|-----|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | Na | Cu | Zn | Fe | Mn | B |
| T1 | 3.21 | 0.23 | 2.25 | 0.56 | 0.09 | 0.09 | 120 | 5 | 20 | 120 | 50 | 5.8 |
| T2 | 2.80 | 0.22 | 1.63 | 0.69 | 0.09 | 0.10 | 100 | 5 | 15 | 105 | 55 | 5.1 |
| T3 | 3.25 | 0.25 | 2.25 | 0.63 | 0.05 | 0.13 | 100 | 5 | 20 | 120 | 55 | 5.6 |



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Figura 21A. Análisis foliar para cada uno de los tratamientos.



Figura 22A. Semilla de maíz pinto.



Figura 25A. Segunda aplicación de fertilizante a T1.



Figura 23A. Siembra y primera fertilización T1.



Figura 26A. Aplicación de fertilizante foliar al T1.



Figura 24A. Aplicación de urea al T2 y T3



Figura 27A. Segunda aplicación de fertilizante al T2 y T3.



Figura 28A. Tercera fertilización T1.



Figura 31A. Peso de 100 granos.



Figura 29A. Cosecha.



Figura 32A. Determinación del % de humedad.



Figura 30A. Medición de longitud de mazorca.



Figura 33A. Determinación del rendimiento.



**3 CAPÍTULO III:
SERVICIOS REALIZADOS EN LAS COMUNIDADES DE LOS
MUNICIPIOS DE PALENCIA Y SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA,
C.A.**

3.1 PRESENTACIÓN.

Del diagnóstico realizado en la aldea Lo de Silva, se identificaron una serie de problemas, a) uso de fertilizantes tradicionales, b) plagas y enfermedades. Esta misma situación se presenta en las comunidades de los municipios de Palencia y San José Pínula, donde los agricultores aplican fertilizantes tradicionales, que no cubren las necesidades de los cultivos, y un uso inadecuado de agroquímicos provocando rendimientos no deseados.

A partir de estos problemas se planificaron y ejecutaron servicios como alternativa para mitigar esta situación en el área. Los servicios consistieron en visitas técnicas, capacitaciones a los agricultores, capacitaciones a personal que atiende en agroservicios y parcelas demostrativas, en cultivos de maíz, frijol, papa, tomate y café.

Los servicios estuvieron orientados a dar conocer, alternativas específicas de fertilización (fertilizantes) para cada cultivo, productos para el control de plagas y enfermedades y ampliar el conocimiento sobre nuevas tecnologías.

Estos fertilizantes específicos están elaborados en base a las necesidades nutrimentales de los cultivos en cantidades y momentos oportunos, a lo largo de su ciclo de cultivo

En las capacitaciones participaron, agricultores, COCODES, y representantes de DISAGRO DE GUATEMALA.

3.2 VISITAS DE APOYO TECNICO A AGRICULTORES EN COMUNIDADES DE PALENCIA Y SAN JOSE PINULA.

Debido a los diferentes factores que afectan la producción agrícola en estas comunidades, principalmente la nutrición, plagas y enfermedades. Se realizaron visitas de apoyo técnico a los agricultores diagnosticando formas tradicionales no adecuadas de fertilización, presencia de plagas y enfermedades. Para solventar estas situaciones se proporcionaron recomendaciones y/o alternativas en base a la situación que tuviese el agricultor.

3.2.1 Objetivos

General

Asesorar a los agricultores visitados, en el manejo agronómico de su cultivo.

Específicos

1. Diagnosticar problemas de nutrición, de plagas, enfermedades y malezas al momento de la visita.
2. Recomendar fertilizantes foliares, fertilizantes granulares al suelo, insecticidas, fungicidas y herbicidas, en base al diagnóstico realizado en cultivo del agricultor.

3.2.2 Metodología

1. Documentación sobre manejo de cultivos presentes en el área.
2. Elección de comunidades.
3. Planificación de visitas.
4. Visita directa a campo.
5. Recomendaciones.

3.2.3 Resultados

Se visitaron comunidades de Palencia y San José Pínula, en la visitas se identificó que los principales cultivos son el maíz, frijol, papa, tomate, café entre otros, estos cultivos son fertilizados con fertilizantes tradicionales 20-20-0, 15-15-15, Urea (46-0-0), Sulfato de Amonio (21 N y 24 S), y se diagnosticó que son afectados por diferentes plagas y enfermedades.

A Nutrición.

Se realizaron recomendaciones de fórmulas de fertilizantes, más específicas para cada cultivo.

En maíz se recomendó un programa de fertilización con las formulas siguientes: 18-12-12+2MgO+2S (FertiMAIZ INICIO) a inicio de la siembra, 27-0-24 (FertiMAIZ REFUERZO) cuando la planta se encuentra en estado V5 (cinco hojas verdaderas), y 38.5N+7.2S (NITROXTEND+S) cuando la planta se encuentra en estado V9 (nueve hojas verdaderas). Acompañado de un programa de fertilización foliar al inicio cuando la planta se encuentra en un estado V3 (MaxiBoost y ZincMax), cuando la planta se encuentra en un estado V5 (FertiMAIZ FOLIAR y ZincMax), cuando se encontraba en estado V9 (FertiMAIZ FOLIAR y MaxiBoost).

En frijol se recomendó la fórmula 18-10-12+4S+0.25Zn (FertiFRIJOL), acompañado de un programa de fertilización foliar al inicio (UltraFert) y un foliar en prefloración (FertiFRIJOL FOLIAR).

En el cultivo de papa se recomendó al momento de la siembre la fórmula 10-10-25+4MgO+4.8S (FertiPAPA INICIO), y en el aporque o calza la formula (17-0-29+3MgO+3.6S+1B2O3) (FertiPAPA REFUERZO). Acompañado de un programa de fertilización foliar (MaxiBoost, Multimax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor).

En tomate se recomendó la fórmula 16-10-16+3MgO+3.6S+1B₂O₃ (FertiTOMATE INICIO), en la etapa inicial, y la fórmula 11-0-32+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiTOMATE REFUERZO) en la etapa de producción, acompañado de programas de fertilización foliar, al inicio (MaxiBoost), y foliares en pre floración, floración, cuajado y cosecha (Multimax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor). Esto para agricultores que realizan fertilización granular.

En café se recomendó la fórmula 18-6-16+1.5MgO+1.9S+1B₂O₃+0.25Zn (FertiCAFE INICIO) al comienzo de las lluvias, y 22-0-17+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiCAFE REFUERZO) se aplica en un periodo intermedio de la época lluviosa (mayo a agosto) y una última aplicación antes de que finalicen las lluvias (octubre), acompañado de un fertilizante foliar (FertiCAFE FOLIAR).

B Plagas.

Se brindó asesoría a los agricultores sobre el manejo de las plagas encontradas en el cultivo al momento de la visita, recomendándole hacer control en momentos oportunos mediante la aplicación de diferentes insecticidas. El tipo de insecticida a aplicar depende del tipo de insecto que se encontró el cultivo. Para control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y otros insectos chupadores se recomendó Endosulfan (Belak 35 EC), Profenos y Cypermethrin (Tambo 44 EC).

Para el control de gusanos (*Agrotis spp*, *Spodoptera spp*, y otras especies) y tortuguillas (*Diabrotica Spp*) se recomendó Cipermetrina (Dismetrina 25 EC), Malathion (Malation 57 EC), Diazinon (Disanon 60 EC)

C Enfermedades.

Se brindó asesoría a los agricultores sobre el manejo de enfermedades encontradas en el cultivo al momento de la visita, recomendando realizar aplicaciones en momentos oportunos de los fungicidas. El tipo de fungicida a aplicar depende del patógeno que está afectando, la incidencia y severidad es importante, para aplicar productos con acción preventiva o curativa.

Para controlar la roya en café (*Hemileia vastatrix*) Epoxiconazole (Opus 12.5 EC), Pyraclostrobin, Epoxiconazole (Opera 18.3 SE).

Para controlar mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz Pyraclostrobin, Epoxiconazole (Opera 18.3 SE) y Myclobutanil (Rally 40 WP).

Para prevenir enfermedades como mal del talluelo (*Rhizoctonia sp*), Tizón temprano (*Alternaria spp*), Antracnosis (*Colletotrichum spp*), entre otras, utilizar Ziram (Ziram 76 WG), Ferbam (Ferbam 76 WG), Mancozeb (Mancozeb 80 WP), Chlorothalonil (Prix 50 SC). Fungicida preventivo curativo para tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa y tomate Metalaxil (Abak 24 EC), Metalaxil+Mancozeb (Avante 70 WP).

Fungicidas preventivos curativos para *Cercospora*, *Botrytis*, y *Alternaria solani*, como Carbendazim (Occidor 50 SC), Benomil (Pronto 50 WP).

D Herbicidas

Se recomendaron herbicidas en base a las necesidades de los agricultores. Para realizar un control de malezas, con a corto plazo se utilizó Paraquat (Rafaga 20 SL). A mediano plazo, se utilizó Glifosato (Root Out SL). Para un control selectivo de malezas en el cultivo de maíz, se utilizó Atrazina (Tarea 80WP). Para un control selectivo de malezas de hoja ancha, en cultivos de gramíneas, se utilizó 2,4 D (Totem 72 SL).

3.2.4 Evaluación

1. Se realizaron un total de 400 visitas técnicas, en las comunidades de ambos municipios.
2. Se brindó asesoría técnica a agricultores de las comunidades de Palencia y San José Pínula, realizando un diagnóstico sobre la forma en que fertilizaban, plagas y enfermedades que afectaban sus cultivos al momento de la visita. Realizando recomendaciones sobre las alternativas técnicas para solucionar los problemas de

nutrición en cultivos, de plagas, enfermedades y malezas que estaban presentes en el área al momento de la visita.

3.3 CAPACITACIONES TÉCNICAS SOBRE EL USO DE FERTILIZANTES GRANULARES, FOLIARES Y FUNGICIDAS A AGRICULTORES EN COMUNIDADES DE PALENCIA Y SAN JOSÉ PÍNULA.

En las comunidades de los municipios de Palencia y San José Pínula, la mayor parte de la población se dedican a la agricultura, por tal razón se hace necesario capacitar a los agricultores para que obtengan el mayor beneficio de sus inversiones agrícolas, esto hace necesario que conozcan alternativas técnicas que se adapten mejor a sus cultivos, como fórmulas de fertilizantes granulares apropiadas para cada cultivo, fertilizantes foliares de con tecnología de polialdonatos, y productos para protección de enfermedades.

3.3.1 Objetivo

Dar a conocer agricultores fertilizantes granulares, fertilizantes foliares y fungicidas, que se adapten a las necesidades del cultivo.

3.3.2 Metodología

1. Documentación sobre el tema.
2. Elección de comunidades.
3. Organización de agricultores.
4. Elaboración y gestión de material de apoyo.
5. Capacitación

3.3.3 Resultados

Se realizaron capacitaciones técnicas en comunidades de Palencia y San José Pínula, dando a conocer a los agricultores los siguientes productos.

A Fertilizantes granulares y Fertilizantes Foliare

Para los cultivos de maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Tomate (*Lycopersicum esculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*), Café (*Coffea arabica*).

Capacitaciones con el programa de fertilización para maíz el cual cuenta con tres formulaciones especiales para el cultivo: 18-12-12+2MgO+2S (FertiMAIZ INICIO) a inicio de la siembra, 27-0-24 (FertiMAIZ REFUERZO) cuando la planta se encuentra en estado V5 (cinco hojas verdaderas), y 38.5N+7.2S (NITROXTEND+S) cuando la planta se encuentra en estado V9 (nueve hojas verdaderas). Acompañado de un programa de fertilización foliar al inicio cuando la planta se encuentra en un estado V3 (MaxiBoost y ZincMax), cuando la planta se encuentra en un estado V5 (FertiMAIZ FOLIAR y ZincMax), cuando se encuentra en estado V9 (FertiMAIZ FOLIAR y MaxiBoost).

Capacitaciones con el programa de fertilización para frijol, fertilizante con fórmula 18-10-12+4S+0.25Zn (FertiFRIJOL) aplicado al momento de la siembra, acompañado de un programa de fertilización foliar al inicio (UltraFert) y un foliar en prefloración (FertiFRIJOL FOLIAR).

Capacitación con el programa de fertilización para papa, con dos formulaciones especiales: 10-10-25+4MgO+4.8S (FertiPAPA INICIO) aplicado al momento de la siembra, y (17-0-29+3MgO+3.6S+1B2O3) (FertiPAPA REFUERZO) en el aporque o calza. Acompañado de un programa de fertilización foliar (MaxiBoost, MultiMax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor).

Capacitación con el programa de fertilización de tomate, con dos formulaciones: 16-10-16+3MgO+3.6S+1B2O3 (FertiTOMATE INICIO), en la etapa inicial, y la formula 11-0-32+1MgO+1.2S+1B2O3 (FertiTOMATE REFUERZO) en la etapa de producción. Acompañado de programas de fertilización foliar, al inicio (MaxiBoost), y foliares en pre floración, floración, cuajado y cosecha (Multimax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor). Esto para agricultores que realizan fertilización granular en tomate.

Capacitación con el programa de fertilización de café, con dos formulaciones: 18-6-16+1.5MgO+1.9S+1B₂O₃+0.25Zn (FertiCAFE INICIO) este se aplica al comienzo de las lluvias y 22-0-17+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiCAFE REFUERZO) se aplica en un periodo intermedio de la época lluviosa (mayo a agosto) y una última aplicación antes de que finalicen las lluvias (octubre).

B Fungicidas.

Capacitaciones con diferentes productos, para contrarrestar efectos negativos de las enfermedades en los cultivos.

Epoxiconazole (Opus 12.5 EC), Pyraclostrobin, Epoxiconazole (Opera 18.3 SE). Como producto sistémico para controlar la roya en café (*Hemileia vastatrix*).

Ziram (Ziram 76 WG), Ferbam (Ferbam 76 WG), Mancozeb (Mancozeb 80 WP), Chlorothalonil (Prix 50 SC). Productos de contacto, para prevenir enfermedades como mal del talluelo (*Rhizoctonia spp.*), Tizón temprano (*Alternaría spp*), Antracnosis (*Colletotrichum spp*), entre otras.

Metalaxil (Abak 24 EC), Metalaxil+Mancozeb (Avante 70 WP). Fungicida preventivo curativo para tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en papa y tomate.

Carbendazim (Occidor 50 SC), Benomil (Pronto 50 WP) Fungicidas preventivos curativos para *Cercospora*, *Botrytis*, y *Alternaría solani*.

3.3.4 Evaluación

1. Se realizaron un total de 21 charlas técnicas, en comunidades de los municipios de Palencia y San José Pínula.
2. Se dieron a conocer fórmulas de fertilizantes granulares para cultivos específicos, fertilizantes foliares para cultivos específicos, fertilizantes foliares con tecnología de polialdonatos, fungicidas para mitigar el efecto negativo de las enfermedades en los cultivos.

3.4 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL QUE LABORA EN LOS AGROSERVICIOS, UBICADOS EN PALENCIA Y SAN JOSÉ PÍNULA.

Los agricultores de la zona, acuden a solicitar apoyo técnico a los agroservicios, donde realizan las compras de los insumos agrícolas. El personal que labora en el agroservicio, debe conocer los beneficios que le proporcionara al agricultor el utilizar determinado producto, para realizar una recomendación efectiva.

3.4.1 Objetivo

Capacitar al personal que labora en el agroservicio, sobre los nutrientes que poseen las fórmulas de fertilizantes granulares y fertilizantes foliares.

3.4.2 Metodología

1. Identificación de productos, de impacto en la zona.
2. Documentación sobre los productos y efecto en el cultivo.
3. Elección de Agro servicios.
4. Planificación de capacitación del personal.
5. Elaboración y gestión del material de apoyo
6. Capacitación

3.4.3 Resultados

Se realizaron capacitaciones al personal que atienden en los agroservicios ubicados en Palencia y San José Pínula, sobre los componentes de los fertilizantes granulares específicos para cada cultivo, fertilizantes foliares específicos para cada cultivo, fertilizantes foliares con tecnología de polialdonatos.

A Fertilizantes.

Se dio a conocer los beneficios de una fuente de nitrógeno estabilizado, que posee un inhibidor de la enzima ureasa, 38.5 N+7.2 S (NITROXTEND+S) Y 46-0-0 (NITROXTEND)

a El programa para maíz.

Fertilización granular, 18-12-12+2MgO+2S (FertiMAIZ INICIO) a inicio de la siembra, 27-0-24 (FertiMAIZ REFUERZO) cuando la planta se encuentra en estado V5 (cinco hojas verdaderas), y 38.5N+7.2S (NITROXTEND+S) cuando la planta se encuentra en estado V9 (nueve hojas verdaderas). Fertilización foliar, al inicio cuando la planta se encuentra en un estado V3 (MaxiBoost y ZincMax), cuando la planta se encuentra en un estado V5 (FertiMAIZ FOLIAR y ZincMax), cuando se encontraba en estado V9 (FertiMAIZ FOLIAR y MaxiBoost).

b El programa para tomate.

Fertilización granular, 16-10-16+3MgO+3.6S+1B₂O₃ (FertiTOMATE INICIO), en la etapa inicial, y la formula 11-0-32+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiTOMATE REFUERZO) en la etapa de producción. Fertilización foliar, al inicio (MaxiBoost), y foliares en pre floración, floración, cuajado y cosecha (Multimax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor). Esto para agricultores que realizan fertilización granular en tomate.

c Fertilización en café.

Fertilización granular, 18-6-16+1.5MgO+1.9S+1B₂O₃+0.25Zn (FertiCAFE INICIO) al comienzo de las lluvias y 22-0-17+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiCAFE REFUERZO) se aplica en un periodo intermedio de la época lluviosa (mayo a agosto) y una última aplicación antes de que finalicen las lluvias (octubre). Fertilización foliar FertiCAFE FOLIAR, en los meses de mayo, julio y septiembre.

3.4.4 Evaluación

1. Se brindaron 8 capacitaciones al personal que atiende en el agroservicio.
2. Se capacito al personal que labora en los agroservicios, sobre los nutrientes que poseen las fórmulas de fertilizantes granulares y fertilizantes foliares.

3.5 PARCELAS DEMOSTRATIVAS CON FERTILIZANTES GRANULARES Y FERTILIZANTES FOLIARES EN COMUNIDADES DE PALENCIA Y SAN JOSÉ PÍNULA.

Los pobladores de las comunidades, fertilizan de manera tradicional y/o ancestral, esta forma de trabajo, se cambia únicamente si al agricultor se le demuestra que con programas de fertilización específicos para cada cultivo, se obtienen mejores resultados.

3.5.1 Objetivo

Montar parcelas demostrativas con agricultores utilizando programas de fertilización, con fertilizantes específicos para los cultivos.

3.5.2 Metodología

1. Identificación de productos, con impacto en la zona.
2. Elección del agricultor con el cual se montó la parcela demostrativa.
3. Documentación sobre el cultivo y efecto de los productos en el cultivo
4. Elaboración de un programa de fertilización.
5. Gestión de insumos necesarios, para montar la parcela.
6. Montaje de parcela demostrativa.
7. Planificación de visitas de seguimiento, a la parcela demostrativa

3.5.3 Resultados

Se montaron parcelas demostrativas, con programas de fertilización específicos para cada cultivo, el programa está comprendido por fertilizantes granulares específicos para cada cultivo y Fertilizantes foliares que se adapten a las necesidades nutricionales del cultivo.

A Programa para maíz.

Fertilización granular, 18-12-12+2MgO+2S (FertiMAIZ INICIO) a inicio de la siembra, 27-0-24 (FertiMAIZ REFUERZO) cuando la planta se encuentra en estado V5 (cinco hojas verdaderas), y 38.5N+7.2S (NITROXTEND+S) cuando la planta se encuentra en estado V9 (nueve hojas verdaderas). Fertilización foliar, al inicio cuando la planta se encuentra en un

estado V3 (MaxiBoost y ZincMax), cuando la planta se encuentra en un estado V5 (FertiMAIZ FOLIAR y ZincMax), cuando se encuentra en estado V9 (FertiMAIZ FOLIAR y MaxiBoost).

B Programa para tomate.

Fertilización granular, 16-10-16+3MgO+3.6S+1B₂O₃ (FertiTOMATE INICIO), en la etapa inicial, y la formula 11-0-32+1MgO+1.2S+1B₂O₃ (FertiTOMATE REFUERZO) en la etapa de producción. Fertilización foliar, al inicio (MaxiBoost), y foliares en pre floración, floración, cuajado y cosecha (Multimax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor). Esto para agricultores que realizaron fertilización granular en tomate.

C Programa para Frijol.

Fertilización granular, 18-10-12+4S+0.25Zn (FertiFRIJOL) aplicado al momento de la siembra. Fertilización foliar, foliar de inicio (Ultrafert) y un foliar en prefloración (FertiFRIJOL FOLIAR).

D Programa para Papa.

Fertilización granular, 10-10-25+4MgO+4.8S (FertiPAPA INICIO) aplicado al momento de la siembra, y 17-0-29+3MgO+3.6S+1B₂O₃ (FertiPAPA REFUERZO) en el aporque o calza. Fertilización foliar, Foliar de inicio (MaxiBoost), y foliares de crecimiento, desarrollo, y producción (MultiMax, K-Max-Extra, ZincMax, Neutral Bor).

3.5.4 Evaluación

1. Se montaron 12 parcelas demostrativas en comunidades de Palencia y San José Pínula.
2. Se montaron parcelas demostrativas con agricultores utilizando programas de fertilización con fertilizantes granulares específicos para cada cultivo, para el caso

del maíz, frijol, tomate y papa, fertilizantes foliares específicos para maíz y frijol, en tomate y papa fertilizantes foliares que se adecuan a los requerimientos del cultivo.



Figura 34A. Visita a productor de tomate.



Figura 37A. Visita en café.



Figura 35A. Visitas en maíz.



Figura 38A. Visita en papa.



Figura 36A. Visita en frijol.



Figura 39A. Capacitación de FertiMAÍZ.



Figura 40A. Capacitación de FertiCAFÉ.



Figura 43A. Capacitación de FertiTOMATE.



Figura 41A. Capacitación de FertiPAPA.



Figura 44A. Capacitación de FertiFRIJOL



Figura 42A. Capacitación de Opus 12.5 EC



Figura 45A. Parcela demostrativa de FertiTOMATE



Figura 46A. Parcela demostrativa de FertiMAIZ.



Figura 47A. Parcela demostrativa de FertiFRIJOL.



Figura 48A. Parcela demostrativa de FertiPAPA.