


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA**



**“EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACION  
FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA  
PAPA (*Solanum tuberosum* Cvr. Loman) EN LA FINCA  
CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS”.**

**PEDRO SEGUNDO GONZALEZ MENDEZ**

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2,012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA**

**“EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACION  
FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA  
PAPA (*Solanum tuberosum* Cvr. Loman) EN LA FINCA  
CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS”.**

**TESIS**

Presentada a las autoridades de la  
División de Ciencia y Tecnología del  
Centro Universitario de Occidente de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por

**PEDRO SEGUNDO GONZALEZ MENDEZ**

Como requisito previo a optar el título profesional de

**INGENIERO AGRONOMO  
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

En el grado académico de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2,012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

Rector Magnífico: Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios  
Secretario: Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**CONSEJO DIRECTIVO**

Director General CUNOC: Licda. María del Rosario Paz Cabrera  
Secretario Administrativo: Lic. Cesar Haroldo Milian R.

**REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES**

Dr. Oscar Arango B.  
Lic. Teódulo Cifuentes

**REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES**

Br. Luis E. Rojas Menchú  
Br. Víctor Lawrence Díaz Herrera

**DIRECTOR DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA**

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE  
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
CARRERA DE AGRONOMIA**

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ  
EL EXAMEN TECNICO PROFESIONAL**

**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Edwin Adonay Cajas Maldonado

**EXAMINADORES**

Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez L.  
Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo

**SECRETARIO**

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo

**DIRECTOR DE DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA**

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

**NOTA:**

“Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente tesis”. (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, Septiembre de 2012

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO  
HONORABLE MESA DE PROTOCOLO Y ACTO DE JURAMENTACION**

De conformidad que establece la Ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L. Cvr. Loman), EN FINCA CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA, SAN MARCOS.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias agrícolas.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned above the printed name.

PEDRO SEGUNDO GONZALEZ MENDEZ



Quetzaltenango, 14 de agosto de 2012

Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa.  
Director de División Ciencia y Tecnología  
Carrera de Agronomía  
Edificio

Ing. Alvarado:

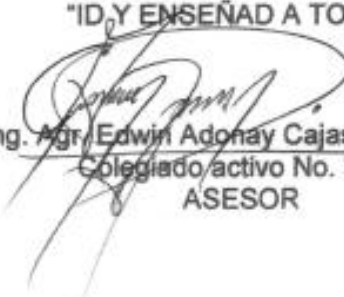
Por este medio me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que he procedido a la asesoría del estudiante PEDRO SEGUNDO GONZALEZ MENDEZ, carne No. 199931783, quien con fines de graduación ha presentado el trabajo de investigación titulado:

**"EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* Cvr. Loman) EN LA FINCA CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS".**

Concluida la investigación tanto en su fase de campo como de gabinete, he de informarle que dicha investigación es merecedora de su aprobación, para su respectiva publicación ya que cumple con los requerimientos que esta casa académica exige, constituyendo un gran aporte en beneficio al pequeño productor para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) de la variedad loman

Sin otro particular, me suscribo atentamente:

"ID, Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Edwin Adonay Cajas Maldonado  
Colegiado activo No. 3965  
ASESOR

Quetzaltenango, 24 de agosto de 2012.

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa  
Director de la División de Ciencia y Tecnología  
Centro Universitario de Occidente


Ing. Alvarado:

Me dirijo a usted, para manifestarle que de acuerdo a la asignación emitida por esa Dirección según of. No. 033/SDTC/2,012 de fecha 14 de agosto del 2,012. Procedí a la revisión final del trabajo de graduación del estudiante universitario; PEDRO SEGUNDO GONZALEZ MENDEZ; titulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE FERTILIZACION FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* Cvr. Loman) EN LA FINCA CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS".

Habiéndole hecho todas las enmiendas necesarias, considero que la presente investigación además de cumplir con los requerimientos que la Universidad de San Carlos exige es un valioso aporte para la producción de papa en la región papera de Guatemala. Por lo que recomiendo su publicación.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Ms. Rony De Paz Gómez  
Colegado Activo No. 234  
REVISOR

C.C. archivo/RDPG



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Occidente

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** \_\_\_\_\_  
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 021-AGR-2012 de fecha cuatro de septiembre del año dos mil doce del (la) estudiante: PEDRO SEGUNDO GONZÁLEZ MÉNDEZ \_\_\_\_\_  
con Carné No. 199931783 emitida por el Coordinador de la Carrera de **AGRONOMIA** \_\_\_\_\_, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR (QUIMICA Y ORGÁNICA) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* var. Loman) EN LA FINDA CUXLAC, CONCEPCIÓN TUTAPA, SAN MARCOS.”

Quetzaltenango, 04 de septiembre de 2012.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa  
Director de División de Ciencia y Tecnología





## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:**

Ser Supremo, que me ha dado la vida y brindó la sabiduría para alcanzar y lograr mi meta.

**MIS PADRES:**

Eligio Enrique González Sánchez (Q.E.P.D.)  
María Teresa Méndez Gabriel

Por ser un bastión fundamental y apoyo incondicional durante toda mi vida.

**MIS HERMANOS:**

Walter, Rony, Nivia (P.E.P.D), Mirna (Q.E.P.D.), María y Yolanda por su apoyo y luchan por alcanzar sus metas.

**MIS SOBRINOS:**

Cómo ejemplo para su vida futura.

**MIS ABUELOS:**

Pedro González Macario (Q.E.P.D.)  
Adelina Sánchez (Q.E.P.D.)  
Manuel Méndez (Q.E.P.D.)  
Juana Gabriel E. (Q.E.P.D.)

Forjadores de sabios consejos, ideales incondicionales e inspiración de mi vida,

**MI FAMILIA EN GENERAL:**

Por su apoyo incondicional.

**MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:**

Por su infinita amistad dentro y fuera de la Universidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

Templo del saber y alma mater forjadora de conocimientos durante mi vida universitaria.

### **A AGROFORESTAL GONZALEZ:**

Por el financiamiento en la ejecución de la investigación.

### **AL ING. AGR. EDWIN ADONAY CAJAS MALDONADO:**

Por su apoyo en la asesoría para la elaboración de la presente investigación.

### **AL ING. AGR. MS. RONY GUILLERMO DE PAZ GOMEZ:**

Por su apoyo incondicional y su aporte en la revisión final de la investigación.

### **AL ING. AGR. MSc. FREDY UBER ROSALES LONGO:**


Por su apoyo y aporte en la ejecución de la investigación.

### **A CATEDRATICOS:**

Por los conocimientos transmitidos y forjados hacia mi profesión.

### **A PADRINOS:**

Por su apoyo y aceptar ser padrinos de Graduación.

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various symbols including a crown, a lion, and a cross. The shield is set against a background of a landscape with mountains and a sun. The text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" is written around the top inner edge, and "CETERA SPES BONA CONSPICUA CAROLINA AC" is written around the bottom inner edge.

**“EVALUACION DEL EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR (QUIMICA Y ORGANICA) EN EL CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* Cvr. Loman) EN LA FINCA CUXLAC CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS”.**

## INDICE GENERAL

No. Orden	CONTENIDO	PAGINA
	Resumen	01
1.	Introducción	02
1.1.	Objetivos	04
1.1.1.	Objetivo General	04
1.1.2.	Objetivos Específicos	04
1.2.	Hipótesis	05
1.2.1.	Hipótesis nulas	05
2.	Revisión bibliográfica	06
2.1.	Origen del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	06
2.2.	Descripción de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	06
2.2.1.	Descripción botánica y clasificación taxonómica	06
2.2.2.	Variedad Loman	07
2.2.3.	Requerimientos agroclimáticos	07
2.2.3.1.	Clima	07
2.2.3.2.	Suelo	08
2.3.	Situación actual e importancia del cultivo de la papa en Guatemala	09
2.4.	Importancia de fertilización para producción agrícola en la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	09
2.5.	Fertilización foliar	10
2.5.1.	Aplicación de fertilización foliar	11
2.5.1.1.	Fertilización Química	11
2.5.1.2.	Fertilización foliar orgánica	11
2.5.1.3.	Té de estiércol	12
2.6.	Fertilizantes foliares químicos y orgánicos utilizados en la investigación	12
2.6.1.	Fertilizantes químicos	12
2.6.1.1.	Licofol-N	12
2.6.1.2.	Bayfolan Forte	13
2.6.1.3.	Ultrafert	13
2.6.2.	Descripción de fertilizantes foliares orgánicos	16
2.6.2.1.	Ovinanza	16
2.6.2.2.	Equinaza	16
3.	Materiales y métodos	18
3.1.	Descripción del área experimental	18
3.1.1.	Ubicación geográfica	18
3.1.2.	Características bioclimáticas y de suelos	18

<b>No. Orden</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
3.2.	Recursos	18
3.2.1.	Recurso humano	18
3.2.2.	Recurso físico	19
3.2.3.	Recurso económico	19
3.3.	Metodología	19
3.3.1.	Diseño experimental	19
3.3.2.	Modelo estadístico	19
3.3.3.	Área total del experimento	20
3.3.4.	Unidad experimental	20
3.3.5.	Subtratamientos de unidades experimentales (fuentes de fertilización foliar químicas y orgánicas)	22
3.3.6.	Variable de respuesta	22
3.3.6.1.	Rendimiento de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> cvr Loman) en TM/Ha-1	22
3.3.6.2.	Determinación del tratamiento, fuente de fertilización más económica	22
3.3.7.	Análisis estadísticos realizados	23
3.3.7.1.	Análisis de varianza (ANDEVA)	23
3.3.7.2.	Prueba de comparación de medias	23
3.3.7.3.	Análisis económico	23
3.4.	Manejo del experimento	24
3.4.1.	Análisis de suelos	24
3.4.2.	Preparación del terreno	25
3.4.3.	Siembra	25
3.4.4.	Control de malezas	26
3.4.5.	Fertilización foliar	26
3.4.6.	Control fitosanitario	27
3.4.7.	cosecha	28
3.4.8.	Post-cosecha	28
4.	Análisis y discusión de resultados	29
4.1.	Análisis económico (presupuestos parciales)	31
5.	Conclusiones	37
6.	Recomendaciones	38
7.	Bibliografía	39
8.	Anexos	42
	Fotografías fase desarrollo, aplicación, crecimiento y cosecha del cultivo de la papa.	46

## INDICE DE CUADROS

No.	DESCRIPCION	PAGINA
1	Requerimientos Nutricionales del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman) “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2,007.	24
2	Fuentes de Fertilización Foliar del ensayo experimental “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	26
3	Análisis de Varianza practicado a los resultados del rendimiento en Kg/Ha-1 del ensayo experimental “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	29
4	Análisis Prueba de Medias, Comparador Tukey 5% del rendimiento en TM/Ha-1“Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	31
5	Costos de Fuentes de Fertilización y Costos que Varían del rendimiento en Kg/Ha-1“Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	31
6	Rendimientos Experimentales Corregidos y Ajustados del Ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	32
7	Beneficio Bruto y Beneficio Neto del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	33
8	Análisis de Dominancia del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca	

	Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	33
9	Tasa de Retorno Marginal (TRM) del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	34
10	Tasa Mínima de Retorno del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	35
11	Análisis de residuos de acuerdo a los tratamientos testigo absoluto y t3 foliar del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman), en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007.	35
1A	Repeticiones aleatoria de los tratamientos del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman)”, en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007	42
2A	Rendimientos por unidades experimental en quintales de acuerdo a la distribución aleatoria de repeticiones del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman)”, en la localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2.007	42
3A	Rendimiento por unidad experimental en TMHa-1 del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. Cvr Loman)”, localidad Cuxlac,	43
4A	Rendimiento por unidad experimental total y media en TM/Ha <sup>-1</sup> del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) Cvr Loman”, localidad finca Cuxlac,	43
5A	Análisis de varianza del rendimiento en TM/Ha <sup>-1</sup> del cultivo de papa Localidad finca Cuxlac.	44
6A	Comparación de medias (Tukey 5%) a las fuentes de fertilización Foliar en TM/Ha <sup>-1</sup> .	44
7A	Resultados de Análisis de suelos del área experimental.	45

## INDICE DE FIGURAS

Figura A	Representación grafica del rendimiento en TM/Ha <sup>-1</sup> de las fuentes de fertilización foliar.	46
----------	---	----



## RESUMEN

La presente investigación, se efectuó en la finca Cuxlac del municipio de Concepción Tutuapa, San Marcos.

Siendo el propósito de esta investigación evaluar los efectos de la fertilización foliar orgánica y química, sobre el rendimiento de tubérculos en la variedad del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L cvr Loman), utilizando 3 tratamientos químicos, Bayfolan Forte, Licofol-N y Ultrafert; 2 tratamientos orgánicos, Tés de estiércoles de ovino y equino, aplicados a los 20, 45 y 70 dds; y un testigo absoluto con un total de 6 tratamientos.

Para el efecto se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con 5 repeticiones y 6 tratamientos, la prueba de medias a través de Tukey y el análisis de presupuestos parciales para determinar el tratamiento más económico.

Entre los resultados más relevantes estuvieron la alta significancia estadística entre tratamientos. Por lo que se determinó que el rendimiento mas significativo fue la aplicación de Bayfolan Forte con  $26.47 \text{ TM/Ha}^{-1}$  en comparación al resto de tratamientos y desde el punto de vista económico el análisis de presupuestos parciales se determinó al tratamiento Bayfolan Forte cómo el más rentable, debido al potencial alto de rendimiento que manifestó. Por lo que se concluyó que el cultivo de la papa mostró un alto potencial de rendimiento con la aplicación de fertilizantes foliares que varió desde 19 hasta  $26 \text{ TM/Ha}^{-1}$ , no así el testigo absoluto  $15 \text{ TM/Ha}^{-1}$ .

## 1. INTRODUCCION

La agricultura en Guatemala es una de las principales fuentes de ingresos económicos para las familias, así como la demanda en el mercado es mayor, por ello es necesario crear alternativas para el desarrollo vegetativo y el aumento del rendimiento de tubérculos, principalmente la región del altiplano, son áreas apropiadas para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*).

El cultivo de la papa, es importante como fuente de alimento para el ser humano, contiene alto porcentaje de almidón (de 65 a 75% en base seca, mientras que 13 a 15 % en fresca); proteína (8 a 19 % en base seca equivalente a 1.6 a 2% en base fresca) y se considera una fuente de ácido ascórbico o vitamina C (5). A nivel nacional el rango de rendimiento, a campo abierto es de 20 a 30 TM/Ha<sup>-1</sup>(20); el área que se ha sembrado es de 10,000 Ha(22); la semilla certificada y el manejo agronómico influyen en el rendimiento; especialmente el área del altiplano de San Marcos.

En la actualidad la agricultura ha tomado auge debido a la práctica usual de la aplicación de altas dosis de fertilizantes químicos, especialmente al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*)(22); con la cual se buscan alternativas que hagan más eficientes y rentables para la producción de tubérculos, tomando en cuenta la importancia de los recursos que poseen una finca; por ello se implementan áreas experimentales en la región del altiplano, para definir la potencialidad de la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos y químicos, con el fin de hacer recomendaciones posteriores al agricultor.

La fertilización foliar no es una práctica nueva, desde hace muchos años se han estado utilizando rociaduras que contienen nutrientes secundarios y otros llamados micronutrientes o elementos menores, tales como hierro, magnesio, cobre y zinc; ésta práctica ha incidido que los rendimientos del cultivo se incrementen y mejoren la calidad del producto (4).

La producción de papa (*Solanum tuberosum*), utilizando como fuente nutricional los fertilizantes foliares orgánicos, de acuerdo a estudios han demostrado que incrementan el rendimiento de la producción de las hortalizas, almácigos, ornamentales y el trigo (4), con este supuesto y saber sí en realidad es cierto.

Se propuso la presente investigación, que evaluó los efectos de la fertilización foliar orgánica y química en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L cvr Loman), para determinar si era factible la aplicación adicional de la fertilización foliar en la producción de tubérculo de papa en Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. GENERAL**

- Generar Tecnología para la fertilización del cultivo de la papa en la región papera de San Marcos.

### **1.1.2. ESPECIFICOS**

- Determinar que fertilizante foliar incrementa el potencial de rendimiento en el cultivo de la papa. En Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.
- Identificar la fuente de fertilizante foliar más económica en la producción de papa en Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

## 1.2. HIPOTESIS

### 1.2.1. Hipótesis Nulas

Ho<sub>1</sub>. Las fuentes de fertilización foliar ha evaluar no provocarán diferencia estadística significativa en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr. Loman).

Ho<sub>2</sub>. Las fuentes de fertilización foliar ha evaluar no presentarán beneficios económicos rentables para la producción del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr. Loman).

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

En Guatemala, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), se realiza en áreas con temperaturas templadas, específicamente menores de 20° C, existiendo 17 microclimas que permiten producir el cultivo a lo largo del año. El ciclo del cultivo en Guatemala oscila entre los 70 y 100 días, con un rango de rendimiento aproximadamente de 20-30tm/ha (20) y el área que se ha sembrado a nivel nacional es de 10,000 has (22); los niveles de producción han incrementado ligeramente de igual manera los volúmenes de exportación hacia las áreas de países centroamericanos (19).

### **2.1. Origen del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)**

Se cree que su origen se sitúa en la región andina de Sudamérica, en las altas mesetas de la cordillera de los Andes. A partir de Sudamérica se diseminó la siembra a casi todo el mundo; en Europa se introdujo esta, hacia el año de 1,570 dónde en esa época no fue muy bien aceptada (10). Actualmente su consumo se ha popularizado y forma parte de la dieta de varios países alrededor del mundo (11).

### **2.2. Descripción de la papa (*Solanum tuberosum* L.)**

#### **2.2.1. Descripción botánica y clasificación taxonómica**

Es una planta anual herbácea, con hojas alternas, simples, sin estipulas; inflorescencia cimosa, con flores bisexuales, actinomorfas; cáliz de 5 sépalos unidos, persistente; corola de 5 pétalos unidos, rotados; Androceo de 5 estambres, insertos en el tubo de la corola y alternos con sus lóbulos; Gineceo constituido por un pistilo compuesto de 2 carpelos, con 2 lóbulos, óvulos numerosos, placentación axilar, ovario supero, estilo terminal (17).

El fruto es una baya, semillas con un embrión curvo o recto dentro de un esperma, de sabor desagradable y probablemente venenosa, con semillas fértiles, pero que no se emplean para la propagación, excepto cuando se desea obtener nuevas variedades. Debajo del suelo, a partir del extremo de un estolón se forman los tubérculos cargados de almidón. (17).

Reino: Vegetal  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Subclase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Solanáceas  
Género: Solanum  
Especie: *Solanum tuberosum* L.(17)

### **2.2.2. Variedad Loman:**

Esta variedad se adapta bien a altitudes de 1,700 a 2,500 msnm; la planta alcanza alturas de 0.60 a 0.70 m; con tallos erectos que al madurar toman el hábito rastrero; su follaje es verde oscuro y por lo regular no florea; tubérculos alargados y ligeramente aplanados, con ápices terminados en punta, de color amarillo crema en su exterior y crema interiormente; ciclo vegetativo de 90 a 100 días; susceptibilidad al tizón tardío y un 20 a 30 TM/Ha<sup>-1</sup> (13)

### **2.2.3. Requerimientos agroclimáticos**

#### **2.2.3.1. Clima**

El cultivo de la papa, requiere para su crecimiento una variación de temperatura ambiental de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe alcanzar hasta 20°C para que la planta desarrolle bien; luego, se necesita una

temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar de los 27° C. Las temperaturas medias óptimas deben ser de 15-18°C.(23)

La planta de la papa necesita agua continua durante la etapa de crecimiento, el exceso de agua en el suelo favorece a las pudriciones causadas por hongos y bacterias; la humedad relativa (humedad del aire) como componente del clima es importante para la producción, la humedad relativa de 70-90% es útil para la economía del agua en las plantas, pero también peligrosa por ser favorable para el desarrollo y proliferación de hongos que causan enfermedades en la planta. Todos estos factores influyen dentro del efecto de fertilización foliar al cultivo y que estos pueden alterar los resultados.(21)

#### **2.2.3.2. Suelo**

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos poseen una buena estructura y un buen drenaje; los mejores suelos para la papa son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25-30 centímetros; los suelos muy arenosos no retienen humedad y por esto requieren de riegos frecuentes; los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen los más altos rendimientos; la calidad del producto depende del tipo del suelo; en suelos francos, la epidermis de los tubérculos es más clara, se desarrollan tubérculos más grandes y se conservan mejor en el almacenamiento. La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4; en suelos cultivados por mucho tiempo con papa, se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos. Este factor también es importante, debido al tipo de suelo que facilita el efecto de los productos o tratamientos aplicados en el ensayo experimental.(4)



### **2.3. Situación actual e importancia del cultivo de la papa en Guatemala**

Según datos estimados del Banco de Guatemala y la Unidad Sectorial de Planificación Agropecuaria y de Alimentación –USPADA-, la producción y comercialización de la papa en el territorio nacional ha mantenido los siguientes valores en los últimos 7 años, los cuales se describen. Generando un estimado de 4057,57 miles de US dólares al país, con áreas de producción que han variado levemente en el transcurso de los años, en el 2001 13.6 en miles de manzanas, con un rendimiento de 201,847.01TM.

### **2.4. Importancia de la fertilización para la producción agrícola**

Las plantas obtienen sus nutrientes del aire, agua y el suelo; los nutrientes que las plantas sacan del suelo están en forma de sales que están desechos en el agua del suelo. Para conservar y aumentar la fertilidad del suelo, es importante añadir cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; generalmente un contenido de materia orgánica es decir un adecuado manejo de estos elementos, pero cuando los análisis indican un complemento de algunos de ellos, más bien cuando carece de estos, de esta forma es importante acudir a los abonos orgánicos o químicos.(15)

Para la utilización de los fertilizantes foliares es importante considerar un análisis del suelo para el requerimiento de dicho cultivo, de lo contrario puede ocasionar un desbalance nutricional para la planta. Además el uso continuo de fertilizantes químicos perjudica la materia orgánica del suelo (humus). Ya que en nuestro medio se ha visto el uso continuo de los productos convencionales de los cuales nos provoca esterilización de los suelos, de esta forma se recomienda aplicación de materia orgánica o bien sea fertilizantes foliares orgánicos.(1)

El nivel de dosis de los fertilizantes debe ser acorde a los requerimientos de la planta mediante el análisis previo por la clase de cultivo, la variedad, los métodos

de cultivo y la situación económica relacionada entre los costos de fertilización y los precios de los productos agrícolas. (24)

## **2.5. Fertilización foliar**

Se tiene noticia que un suministro foliar de nutrientes comenzó a ser utilizado en Europa en el siglo XIX. Se usaron sales de hierro, como también nitrógeno, fósforo y potasio; en Brasil a finales del mismo siglo, el "F.W. Dafert" hizo ensayos con podas de café, aplicando nitrógeno, fósforo y potasio a las hojas. La nutrición foliar se volvió a estudiar en 1938, cuando los radioisótopos estaban ya disponibles para la investigación.

Mecanismos de absorción y transporte en la fertilización foliar. La absorción foliar se realiza en tres pasos, después de disponer de los nutrientes en las hojas:

- (1) penetran la cutícula y las paredes epidérmicas por difusión.
- (2) son absorbidas por el plasmalema y entran al citoplasma.
- (3) pasan a través de la membrana plasmática y entran en el citoplasma.

La fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea, que aporta elementos esenciales a los cultivos, mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las hojas, permitiendo incrementar la producción. La fertilización foliar soluciona problemas de deficiencias de nutrientes en forma instantánea y en los momentos críticos, donde los requerimientos del cultivo son superiores a su capacidad de absorción desde el suelo. La fertilización foliar es complementaria de la fertilización al suelo. Los fertilizantes de los Laboratorios Bayer son aplicables juntos con los herbicidas y/o fungicidas lo que permite disminuir costos y daño por tránsito; son aplicables en soja, trigo, maíz, sorgo, girasol, pasturas, algodón, té, tabaco, maní, hortalizas de fruto y de hojas.(9)

## 2.5.1. Aplicación de fertilización foliar

### 2.5.1.1 Fertilización química

El interés de la fertilización foliar está relacionado con los siguientes aspectos principales: puede ser empleada en carácter complementario, del suministro de nutrientes vía suelo, es la manera más rápida de corregir deficiencia particularmente de micro nutrientes como: magnesio, cobre, hierro, boro, manganeso.(9)

Estos serán uno de los fertilizantes foliares químicos a utilizar en el cultivo de la papa intervalo de aplicación. Sin restricción, o al estar seco el caldo de aspersion sobre las hojas del cultivo tratado.

**Fototoxicidad:** No se conocen casos de fitotoxicidad si se aplica según las recomendaciones.

**Compatibilidad:** Compatible con fertilizantes foliares como Bayfolan Forte. Además se puede mezclar con fungicidas de uso común, y adherentes como Adherente 810 ó NP-7.

### 2.5.1.2. Fertilización foliar orgánica

La fertilización foliar orgánica, es un excelente abono que aumentan los rendimientos en forma significativa (50 a 200%); aumenta la fertilidad al proporcionar una amplia gama de nutrientes los cuales se liberan paulatinamente a contraste del abono químico, que sólo libera la mitad de su nitrógeno el primer año. La fertilización foliar orgánica se utiliza con éxito en la China y otros países del mundo, desde hace muchos años, de acuerdo a las investigaciones realizadas en la Universidad Politécnica de California han comprobado su eficacia en cualquier cultivo. (9)

### 2.5.1.3. Té de estiércol

El té de estiércol es un fertilizante líquido que se adecua bien para regar en huertos, hortalizas, a diferencia del estiércol sólido, el té posibilita la aplicación rutinaria de nutrientes durante cualquier fase de crecimiento de las plantas. (9)

## 2.6. Fertilizantes foliares químicos y orgánicos utilizados en la Investigación

### 2.6.1. Fertilizantes químicos

#### 2.6.1.1. Licofol-N

Es un fertilizante foliar líquido concentrado de color azul, soluble en agua que no influye en el valor de la acidez. En su composición contiene nitrógeno en forma nítrica y amoniacal. El tratamiento con LICOFOL-N foliar induce un rápido desarrollo vegetativo, beneficiando el rendimiento como así también la calidad y la resistencia de las plantas a las enfermedades. Aplicable en trigo, sorgo, maíz, alfalfa y hortalizas.

**CONTENIDO DE NUTRIENTES:** Nitrógeno (N), Porcentaje en peso del elemento: Nitrógeno total en N: 15,4%. GRADO: 15,5-0-0.

#### **PRESENTACIÓN:**

Canecas de 5 y 20 litros.

<b>DOSIS:</b>
<b>TRIGO:</b> 2000 c.c./Ha: 1ª aplicación 4-5 hojas; 2ª aplicación en hoja bandera.
<b>SORGO:</b> 2000 c.c./Ha: 1ª aplicación a las 4-5 hojas; 2ª aplicación en hoja bandera.
<b>MAÍZ:</b> 1000 c.c./Ha: 1ª aplicación a las 6-8 hojas o 15 cm de crecimiento vegetativo; 2ª aplicación a los 60 días o en prefloración.
<b>ALFALFA NUEVA:</b> 2000 c.c. a los 15 cm de crecimiento vegetativo.
<b>ALFALFA 2do. AÑO:</b> 2000 c.c./Ha a los 15 días antes del corte.
<b>SOJA:</b> 2000 c.c./Ha: 1ª aplicación en V5-V6; 2ª aplicación en R3.
<b>AVENA:</b> 2000 c.c./Ha a los 30-40 días de la siembra.

Fuente: <http://www.laboratoriosbaher.com.ar/lineaagrop/index.htm>

### 2.6.1.2. Bayfolan forte

Es un fertilizante foliar líquido, soluble en agua, su ingrediente activo es: Multimineral quelatado, su concentración: N 9.1%, P 6.6%, K 5.0%, S 1,250 ppm, B 332 ppm, Co 17 ppm, Zn 664 ppm, Cu 332 ppm, Mo 42 ppm, Ca 207 ppm, Mn 332 ppm, Fe 415 ppm, Mg 207 ppm, Clohidrato de Tiamina 33 ppm, Acido indolacético 25 ppm. Modo de Acción: Circula sistémicamente en los líquidos de la planta. Mecanismo de Acción: penetra en la planta por las estructuras foliares denominadas Ectodesmos.

**Ventajas:** BAYFOLAN FORTE es un potente fertilizante foliar balanceado con elementos mayores, elementos menores, un estabilizador del pH, tiamina y fitohormonas, indicado para prevenir y corregir eficiencias nutricionales, logrando un mejor desarrollo y por lo tanto mayores rendimientos en los cultivos; por su excelente fitocompatibilidad, está recomendado para todo tipo de cultivo.

**Intervalo de aplicación:** se aplica cada 8-15 días. Cultivos perennes, se realiza cada 3-4 aplicaciones por año, se realiza la primera antes de la floración con intervalos de 30 a 45 días.

**Fitotoxicidad:** no se han presentado casos de fitotoxicidad con las dosis e indicaciones recomendadas.

**Compatibilidad:** puede mezclarse con insecticidas y fungicidas de uso común, siempre y cuando no sean de reacción alcalina.

### 2.6.1.3. Ultrafert

La línea de los productos ultrafert se caracterizan por la elevada pureza y solubilidad de las materias primas minerales y se diferencia de productos más o menos similares, porque está enriquecida de componentes orgánicos de alta solubilidad, que le permite performance agronómicas absolutamente excepcionales.

### **Los ultraferti se evidencian así:**

- Son fertilizantes completos (componente mineral y componente orgánico) que permiten una reducción de la dosis de empleo del 30% con respecto de los tradicionales productos presentes en el mercado.
- Son fertilizantes que gracias a la importante cantidad de componente orgánico, inducen una fuerte resistencia de las plantas a los fenómenos de estrés térmico, hídrico y de elevada salinidad
- Actúan tanto sobre el desarrollo radical como sobre el crecimiento lozano-productivo de las cultivaciones.
- Son compatibles y miscibles con los fitofármacos más comúnmente empleados.

### **COMPONENTES**

- **Sales purísimo**

Los ultraferti están realizados con sales de más elevada concentración y solubilidad y completamente exentos de sodio, cloruros, carbonatos y otras impurezas minerales.

- **Trazadores naturales**

Los ultraferti están coloreados con sustancias naturales. Estos colores resultan estables a la luz y extremadamente útiles en el uso de los productos, porque fungen de trazadores y evidencian de manera clara el pasaje de las soluciones fertilizantes.

- **Microelementos quelados**

Todos los productos ultraferti están completos de microelementos quelados; estos microelementos resultan estables en todas las condiciones de terreno, por tanto, previenen eventuales carencias nutricionales y optimizan el abono mineral.

- **Extractos solubles de algas (*ascophillum nodosum*)**

Provenientes de algas de los mares del norte y sur del mundo contienen fitohormonas naturales (auxinas, citoquininas, glicinbetaínas, giberelinas), aminoácidos, polisacáridos y vitaminas que le permiten desarrollar siempre de mejor manera todas las funciones vitales estas sustancias se encuentran intactos

en los extractos y por tanto son capaces de estimular el crecimiento y el desarrollo lozano-productivo de las plantas.

- **Ácidos del Humus**

Particularmente solubles en agua y estables en pH 3-11, están caracterizados por un elevado contenido de carbono orgánico, sustancias orgánicas y por un bajo contenido de nitrógeno, tienen una fuerte capacidad para influenciar las características físicas del terreno (en particular aumentan la estabilidad de la estructura), la disponibilidad de elementos nutritivos (tanto a través de la liberación de elementos nutritivos a consecuencias de la transformación de la sustancia orgánica, tanto por su capacidad para provocar la formación de un compuesto respecto al hierro y a otros microelementos) y también estimular las plantas cuando tienen necesidad (por ejemplo durante las fases de estrés).

- **Aminoácidos**

La característica principal de nuestros hidrolizados es contener un elevado porcentaje de aminoácidos libres prevalentemente en forma levógira de fácil asimilación y utilización de ello deriva que todos los nutrientes son más fácilmente asimilables. Los aminoácidos son precursores de las proteínas que las plantas producen para defenderse de estrés.

- **Glicinbetainas**

Las Glicinbetainas desarrollan una función osmoreguladora e inducen una fuerte resistencia de las plantas a los fenómenos de estrés térmico, hídrico y de elevada salinidad.

Proveedor de energía a las plantas sobre todo en condiciones de bajas temperaturas

- **EFFECTOS**

- ✓ Actúan sobre el desarrollo radical y crecimiento lozano-productivo de las plantas;
- ✓ Contienen componentes minerales y orgánicos de elevada pureza (exentos de sodio y cloro);
- ✓ Aumentan la resistencia de las plantas a los fenómenos de estrés térmico, hídrico y de elevada salinidad;

- ✓ Son soluble al 100 por cien en agua fría;
- ✓ Dúplice aplicación (regadío y aplicación foliar);
- ✓ Permiten reducir la dosis de empleo del 30 por ciento;
- ✓ Contienen colorantes naturales que fungen de trazadores de las soluciones fertilizantes.

## **2.6.2. Descripción de fertilizantes foliares orgánicos**

### **2.6.2.1. Ovinaza**

Es un estiércol bastante rico y equilibrado, cuando las han pastado en el monte pues combina gran diversidad de plantas silvestres, es fuerte y requiere una adecuada fermentación para no dañar el suelo y los cultivos, no aconsejándose aplicarlo en fresco(8). Al utilizarlo en compost puede producir un aumento considerable de la temperatura del montón debido a su riqueza en nitrógeno. Se caracteriza por la importancia de los productos y subproductos la principal el abono orgánico se constituye el 78%. El modulo extra educativo menciona, que los estiércoles ovino, caprinos y caballares, son estiércoles calientes, que se fermentan fácilmente y que son especiales para tierras frías, fuertes y arcillosas (5), este estiércol presenta condiciones óptimas para ser utilizado en el cultivo de hortalizas, tanto por su contenido de nitrógeno, como de minerales y baja acidez; presenta la ventaja de su fácil manejo y acarreo, debido a su condición textural sólida; presenta poca humedad, por lo que se requiere aplicar mayor cantidad y frecuencia de riego; por su consistencia fina, requiere aditivos como paja, cartón, cascarilla de arroz u otros, para que no se compacte. El contenido de nutrientes es: Nitrógeno (N) 3.81%, Fosforo (P) 1.63% Potasio (K) 1.23% y el contenido medio de nutrientes es: N 0,8%, P 0,5%, K 0,4% Y muchos microelementos(8)

### **2.6.2.2. Equinaza**

Es óptimo por su alto contenido de celulosa. La principal característica es su alta porosidad que lo hace un material muy accesible al manejo(8). Su contenido



nutricional al igual que el de todos los estiércoles depende de la calidad de los materiales consumidos, de lo cual dependerá igualmente al final del proceso la calidad nutricional, con el uso de este estiércol es posible obtener un humus de excelente presentación por su textura. Se le considera algo flojo dada la alimentación de estos animales que consumen grandes cantidades de la paja que les sirve de cama en el establo tiene una fermentación muy rápida y fogosa que lo hace ideal para realizar los semilleros de cama caliente, sólo o mezclado con otros estiércoles. El contenido en nutrientes del estiércol de caballo es: Nitrógeno (N) 0,6%, Fosforo (P) 0,6%, Potasio (K) 0,4% Y un amplio abanico de microelementos.

(9)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción Del Área Experimental**

##### **3.1.1. Ubicación Geográfica**

La investigación se realizó en una sola localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos, las coordenadas de la finca son: latitud norte 15°14'25", longitud Oeste 91°50'36" y altitud 2,875 msnm. (3).

##### **3.1.2. Características bioclimáticas y de suelos**

Según el sistema de clasificación Thornwhite, el municipio de Concepción Tutuapa, San Marcos, pertenece a la región del altiplano, caracterizado por ser una zona de clima templado, siendo su temperatura promedio anual de 10 grados centígrados con rangos de 5 a 20; una altura de 2,090 msnm; el movimiento del viento es de Norte a Sur; el terreno presenta una topografía inclinada con declives dominantes entre 15 a 25%; se reportan tres zonas de vida Bosque Húmedo Montano bajo subtropical (bh-MB), Bosque muy húmedo Montano subtropical (bmh-M) y Bosque muy húmedo Montano bajo subtropical (bmh-MB)(12). Los suelos predominantes, de acuerdo Simons (26) pertenecen a la serie franco a francos arcillosos con suelos profundos color negro a gris. La finca Cuxlac se encuentra a una distancia de 320 kilómetros de la Ciudad Capital y 68 Kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos. (3)

#### **3.2. Recursos**

##### **3.2.1. Recurso Humano**

Ing. Agr. Asesor de la investigación  
Investigador

### 3.2.2. Recurso Físico

Finca (localidad)

Semilla de papa (*Solanum tuberosum* L. cvr. Loman)

Fertilizantes foliares (químicos y orgánicos)

Fertilizante químico sólido 15-15-15

Materia orgánica (abono orgánico)

Herramientas (azadón, machete, cinta métrica, cinta plástica y estacas)

Bomba de mochila

Fungicidas

### 3.2.3. Recurso Económico

La investigación fue financiada por "Agroforestal González". (Ver cuadro 5)

## 3.3. Metodología

### 3.3.1. Diseño Experimental

El diseño experimental de la investigación fue bloques completos al Azar. (7); los tratamientos se distribuyeron en unidades experimentales aleatoriamente; siendo los siguientes: 3 fertilizantes foliares químicos, 2 fertilizantes foliares orgánicos y el testigo absoluto; con cinco repeticiones, en una sola localidad de la finca Cuxlac Concepción Tutuapa, San Marcos.

### 3.3.2. Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

**Y<sub>ij</sub>** Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

**U** Efecto de la media general

**T<sub>i</sub>** Tratamiento; i = 1, ..., 6.

**B<sub>j</sub>** Repeticiones; j = 1, ..., 5.

**E<sub>ij</sub>** Error experimental asociado a la parcela(7)

### 3.3.3. Área Total Del Experimento

El área total de experimento fue de 294 m<sup>2</sup>, comprendida de 21 metros de largo por 14 metros de ancho, cada bloque de 49m<sup>2</sup>.

### 3.3.4. Unidad experimental

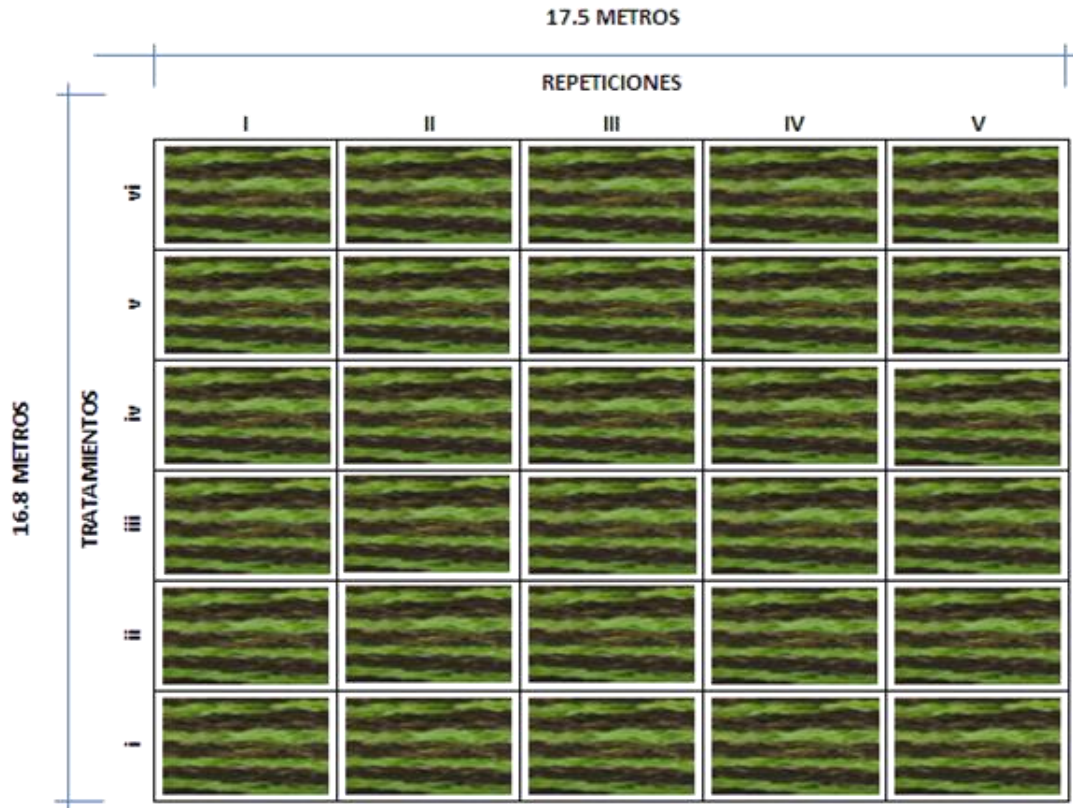
La unidad experimental fue de 9.8m<sup>2</sup> y la distancia de siembra fue de 0.70 m entre surcos y 0.25 m entre posturas, con un total de 56 plantas.

#### a. UNIDAD EXPERIMENTAL:



## b. PARCELA EXPERIMENTAL:

AREA TOTAL DE LA PARCELA EXPERIMENTAL= 294 M CUADRADOS



## c. DISTRIBUCION ALEATORIA DE TRATAMIENTOS:

Repeticiones	tratamientos					
	i	ii	iii	iv	v	vi
r1	T1	T3	T5	T2	T6	T4
r2	T3	T2	T6	T4	T5	T1
r3	T4	T5	T1	T2	T3	T6
r4	T2	T6	T3	T5	T1	T4
r5	T5	T3	T4	T1	T6	T2

<b>T1</b>	Té de estiércol de ovino
<b>T2</b>	Té de estiércol de equino
<b>T3</b>	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)
<b>T4</b>	Fertilizante químico (Ultrafert)
<b>T5</b>	Fertilizante químico (Licofol-N)
<b>T6</b>	Testigo Absoluto

### **3.3.5. Subtratamientos de unidades experimentales (fuentes de fertilización foliar químicas y orgánicas)**

Los téis, fertilizantes orgánicos contienen nutrientes orgánicos solubles disueltos en agua y ricos para el desarrollo vegetativo de las plantas, utilizando té de estiércol de oveja y té de estiércol de caballo, conteniendo nutrientes diferentes tanto macroelementos como microelementos, tomando en cuenta el Nitrógeno más importante para el desarrollo vegetativo; este elemento se consideró para realizar los tratamientos que se aplicaron. Los estiércoles se recolectaron en saco, luego se introdujeron en agua para extraer los nutrientes ya en líquido; las dosis de aplicación se basó en los requerimientos del cultivo que se utilizó en la investigación, considerando el nutriente más importante el Nitrógeno; teniendo en cuenta que el Nitrógeno casi 0% de las muestras del suelo y de acuerdo al contenido de este elemento en las fuentes de fertilización foliar se calcularon las dosis de aplicación de cada tratamiento. Los resultados de los análisis se presentan en los anexos (9.B)

### **3.3.6. Variable de Respuesta**

#### **3.3.6.1. Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L. var. Loman) en $\text{TMHa}^{-1}$**

Se define como la unidad de peso de papa en toneladas por unidad de superficie; la cosecha de papa se realizó; separando cada tratamiento donde se aplicó cada fuente de fertilización foliar, posteriormente se pesó la producción; los datos se convirtieron a la unidad de medida anterior,  $\text{TMHa}^{-1}$ .

#### **3.3.6.2. Determinación del tratamiento, fuente de fertilización más económica.**

Se define como el tratamiento evaluado más económico para poder ser usado por

el agricultor. Se realizó de acuerdo a los costos de producción y los ingresos que puede generar al vender la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Loman.

### **3.3.7. Análisis estadísticos realizados**

#### **3.3.7.1. Análisis de varianza (ANDEVA)**

Es el análisis estadístico que se realiza a una variable para determinar si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos de un experimento. Se efectuó en la variable rendimiento de papa en toneladas por Ha, se realizó éste análisis con el objetivo de determinar si existía significancia estadística al aplicar las fuentes de fertilización foliar y el testigo absoluto.

#### **3.3.7.2. Prueba de comparación de medias**

Se define como el análisis estadístico que se utiliza cuando el análisis de varianza arroja resultados de significancia estadística entre tratamientos, esto se hace con el fin de determinar qué tratamiento es el mejor estadísticamente. Se realizó la prueba de medias por medio del comparador de Tukey al 5% de las medias del rendimiento en toneladas por Ha.

#### **3.3.7.3. Análisis económico**

El análisis económico realizado fue el de presupuestos parciales de acuerdo a Reyes, M.(25) se deben considerar los componentes de costos relevantes (costos directos: mano de obra para la aplicación de las fuentes de fertilización foliar y costos de las fuentes de fertilización). Con este análisis se determinó la tasa de retorno mínima (TRM%) y la fuente de fertilización más rentable. (7)

### 3.4. Manejo del Experimento

#### 3.4.1. Análisis de Suelos

Para el análisis del suelo se realizó el método Zig Zag y la homogenización de la muestra de la finca, se identificó y se etiquetó la muestra del suelo, luego se envió al laboratorio de suelos de ANALAB (Asociación Nacional del Café ANACAFE) para su análisis.

Los resultados del análisis de suelos indican que los suelos cuentan con características físicas y químicas apropiadas, las cuales no repercutirán en los resultados que se buscan con la evaluación de fertilización foliar. Los rangos nutricionales de los elementos mayores, los microelementos y las relaciones entre éstos son favorables para el cultivo de la papa, por lo tanto, éstos no incidirán negativamente en los rendimientos. A pesar de que los suelos cuentan con diferentes nutrientes, el nitrógeno es un elemento deficitario en los suelos de nuestro país y es el más importante en el desarrollo de las plantas.

Cuadro 1 Requerimientos nutricionales del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*)

ELEMENTOS	KG/HA
Nitrógeno	150.00
Fósforo	50.62
Potasio	252.46
Calcio	5.84
Magnesio	10.38
Azufre	3.89
Cloro	26.61
Boro	0.09
Cobre	0.06
Hierro	0.91
Manganeso	0.16
Zinc	0.09

**Fuente:** Armando Astorga, Año 2000(12)



### 3.4.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en el volteo del suelo con azadón a una profundidad de 35 a 40 cm y posteriormente un nivelado con rastrillo del suelo, de esta forma quedó bien pulverizado y listo para la siembra.

### 3.4.3. Siembra

La siembra se realizó en surcos a un distanciamiento de 0.70 m y se colocó un tubérculo a cada 0.25 m, se aplicaron al suelo las fuentes de fertilización siguientes: equinaza y 15-15-15 químico, los cuales fueron colocados por debajo de la semilla a 5 cm; posteriormente se taparon los surcos de forma normal; se utilizaron 2.88 quintales de semilla (Tubérculos) por el área experimental; la semilla que se utilizó fue certificada de la variedad Loman y se adquirió del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (13), ubicado en el municipio de Olintepeque, Quetzaltenango.

El nutriente más importante para el desarrollo vegetativo del cultivo es el Nitrógeno y por ende, este fue el elemento determinante para los cálculos de fertilización, aplicándose al suelo una fuente orgánica y una química. Y el déficit del requerimiento nutricional de la papa se complementó con la fertilización foliar. La dosis aplicada de cada fuente de fertilización al suelo fue de  $13.89 \text{ TMHa}^{-1}$  de equinaza, lo cual fue equivalente a  $83.31 \text{ Kg/Ha}^{-1}$  de N total; en el caso de fertilizante químico triple 15 se aplicaron  $0.39 \text{ TM/Ha}^{-1}$ , lo cual fue equivalente a  $57.86 \text{ Kg/Ha}^{-1}$  de N total.

ELEMENTOS	KG/HA	Equinaza	Triple 15	TOTAL	DEFICIT
Nitrógeno	150.00	83.31	57.86	<b>141.17</b>	<b>8.83</b>

El cultivo de papa en la región necesita  $150 \text{ Kg/Ha}^{-1}$  de nitrógeno (N) total; con la fertilización al suelo se aplicaron  $141.17 \text{ Kg/Ha}^{-1}$ , es decir, que para cubrir la demanda del cultivo hacían falta  $8.83 \text{ Kg/Ha}^{-1}$  de N total, los cuales fueron cubiertos con la aplicación de fuentes de fertilización foliar. Se consideró en cero

el nitrógeno contenido en el suelo, ya que este normalmente es de baja disponibilidad a las plantas.

#### 3.4.4. Control de Malezas

Se realizaron dos limpiezas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Loman), la primera se realizó 20 días después de la siembra y la segunda se realizó cuando se le colocó tierra en la base del tallo de dicha planta (aporque), realizándose de forma manual.

#### 3.4.5. Fertilización Foliar

La fertilización consistió en tres aplicaciones de fertilizante foliar de cada uno de los tratamientos químicos y orgánicos, siendo los siguientes fertilizantes foliares químicos: Bayfolan forte, Licofol-N y Ultrafert; los fertilizantes foliares orgánicos: Té de estiércol ovino y caballar.

Las aplicaciones se realizaron 20 dds, 45 dds y 70 dds, se utilizó una bomba de aspersión de 16 litros. A continuación las dosis utilizadas de cada fuente de fertilización foliar:

Cuadro 2 fuentes de fertilización foliar (química y orgánica)

Fuente de Fert. Foliar	Lt/Ha
Té de estiércol de ovino	63.10
Té de estiércol de equino	147.10
Bayfolan forte	97.00
Ultrafert	46.45
LICOFOL-N	57.35

Fuente: Elaboración propia.

Cada fuente de fertilización fue nivelada de acuerdo al nitrógeno (N) total que estaba pendiente de aportarse después de la fertilización al suelo, es decir, que las dosis aplicadas cada una cumple con proporcionar 8.83 Kg/Ha de N total. Se

tomó de base el nitrógeno por ser el elemento más importante y por fines de cálculo fue más práctico definir un elemento determinante y no varios, debido a que sus contenidos son muy variables entre las fuentes de fertilización foliar aplicadas.

#### **3.4.6. Control Fitosanitario**

Durante el control de insectos del suelo como la gallina Ciega (*Phyllopha* sp), Gusano Alambre (*Agrotis ipsilon*) y Gusano Nochero (*Agrotis* sp) se aplicó una dosis de 125 Kg/Ha<sup>-1</sup> de Volaton GR5 (12 libras/cuerda de 25 varas por lado), aunado a esto los insectos que perjudican los tubérculos, tallos y hojas tales como polilla de la papa (*Tecia solanivora*) se alimentan del tubérculo y la otra polilla (*Phthorimeae operculella*) es una minadora de la hoja, también está el Ciliado de la papa (*Paratrioza cockerelli*), estos últimos no se vio la presencia dentro del ensayo experimental.

El control de enfermedades del cultivo de la papa, es importante debido a las causas que perjudican al follaje durante su crecimiento activo en la pérdida de calidad del tubérculo causado por las barrenaduras y pudriciones, el debilitamiento de la planta a través del sistema radicular y/o base del tallo, entre otras que causan la pérdida total del cultivo. Los principales agentes causantes de las enfermedades más notorias son: los Hongos (*Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, etc.); Bacterias (*Erwinia carotovora* var. *atroséptica*, *Pseudomonas solanacearum*, etc.), para el control de estas enfermedades se aplicó acrobat 69 WP (Mancozeb+Dimetomorph) a razón de 30.2 gr/bomba de 4 galones, se aplicó al momento de los primeros 20 días y luego a los 45 días sin embargo no se tuvo incidencia durante el ciclo del cultivo.

### **3.4.7. Cosecha**

La cosecha se realizó después de 90 días, porque el cultivo alcanzó su punto final de crecimiento; realizando de forma manual con un azadón para arrancar los tubérculos de cada planta y dejarlos fuera del surco, dejándolos por 2 días en el mismo lugar (área experimental).

### **3.4.8. Postcosecha**

Después de la fase de cosecha, de forma ordenada se procedió a recolectar en una arpilla para determinar el rendimiento de cada una de las unidades y tratamientos, luego se determinaron los datos de peso de cada muestra en kg. Estos resultados obtenidos se utilizaron para las variables de respuestas estudiadas.

#### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el cuadro 3, se observan los resultados obtenidos del análisis de varianza, los resultados indicaron una alta significancia estadística, así como diferencia entre los tratamientos, de tal manera el comportamiento de la variedad en cada fuente de fertilización es diferente, es debido a las características físicas y químicas del suelo, los fertilizantes foliares químicos y orgánicos, sobre todo el Nitrógeno (N) elemento importante para el desarrollo vegetativo de la planta, las enmiendas que se realizaron con la fertilización foliar química y orgánica, fue importante por los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de tubérculos por unidades experimentales y por tratamientos en Kgs y luego TM/Ha<sup>-1</sup>.

El pH del área experimental es de (5.80) apropiado para el cultivo de la papa; el contenido de los macronutrientes de la localidad fueron en el caso de Nitrógeno menor al 1%, por ello se consideró 0% de Nitrógeno para las dosis de aplicación de las fuentes de fertilización foliar, el Potasio y Fosforo son menores a los rangos de suficiencia y por eso se considera que influyeron en los resultados del rendimiento de tubérculos de la localidad (anexo 9.B)

Cuadro 3 Análisis de varianza practicado a los resultados del rendimiento de tubérculos en Tm/Ha-1 del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Cvr Loman, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos”.

##### ANDEVA

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F OBSERV	F TABLAS 0.05 PROB	F TABLAS 0.01 PROB	
BLOQUES	4	3.169	0.792	0.743	2.87	4.43	
TRATAMIENTOS	5	389.675	77.935	73.058	2.71	4.10	**
ERROR	20	21.335	1.067				
TOTAL	29	414.179					
CV%	4.73%						
**	Alta Signifancia Estadística entre Tratamientos						

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

De acuerdo a estos resultados se procedió a efectuar el análisis de prueba de medias mediante el comparador Tukey al 5%, para determinar la diferencia entre las fuentes de variación tratamientos de fertilización foliar químicas y orgánicas.

En el cuadro 4, se presentan los resultados de la prueba de medias mediante el comparador de Tukey 5%, en el cual podemos observar la diferencia de cada uno de los tratamientos aplicados a la variedad del cultivo de la papa en el área experimental; el efecto de la aplicación de fertilización foliar química y orgánica fue eficiente por el alto contenido de nutrientes mayores especialmente el Nitrógeno (N), estos se aplicaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo y el contenido de nutrientes del suelo; 1 fertilizante foliar químico alcanzó un alto rendimiento, seguido por los 2 fertilizantes foliares químicos y 2 orgánicos con mayor rendimiento de tubérculos, la diferencia entre estos, en que las enmiendas de fertilización foliar orgánicas no suplieron las necesidades de nutrición de las plantas, en base el análisis de pruebas de medias por el comparador de Tukey 5%; dónde la fertilización foliar química Bayfolan Forte fue superior estadísticamente sobre las otras 2 fuentes de fertilización foliar químicas, 2 orgánicas y el testigo absoluto.

El efecto de la aplicación de la fertilización foliar, fue muy importante, debido a la función de complementar la nutrición durante períodos de tensión crítica, en los que por diversas razones la planta no puede absorber a través de sus raíces nutrientes suficientes y/o deficiencias de elementos en el suelo; sí comparamos el testigo ante los tratamientos de fertilización foliar, así cómo se aprecia en el análisis estadístico del cuadro 4, es decir que el productor de ésta región tiene los rendimientos bajos sin la aplicación de fertilización foliar tanto químicas y orgánicas.

Cuadro 4 Análisis de prueba de Medias, comparador de Tukey 5%, del rendimiento en Tm/Ha-1 del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

TRATAMIENTOS	MEDIA TM/Ha <sup>-1</sup>	COMPARACION
Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	26.475	A
Fertilizante químico (Licofol-N)	24.198	B
Fertilizante químico (Ultrafert)	22.957	C
Té de estiércol de ovino	22.716	C
Té de estiércol de equino	19.199	D
Testigo Absoluto	15.366	E
<b>COMPARADOR TUKEY =</b>	<b>0.537</b>	

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

#### 4.1. Análisis económico (presupuestos parciales)

Para realizar este análisis, primero se determinaron los costos relevantes, los cuales fueron; los costos de las fuentes de fertilización foliar (química y orgánica) y los costos de mano de obra de aplicación de las mismas, con estos datos se calcularon los costos que varían (Ver cuadro 5)

Cuadro 5. Costos de fuentes de fertilización y costos que varían del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No.	Trat.	Lt/ha	aplicaciones de foliares	total de litros	Precio Unitario	total Q/fertilizantes	jornal/ha	P.U.J. Q	P.M.O.Ha	total C.V
1	Té de estiércol de ovino	21.03	3	63.10	Q12.00	Q757.20	15	Q68.00	Q1,020.00	Q1,777.20
2	Té de estiércol de equino	49.03	3	147.10	Q10.00	Q1,471.00	24	Q68.00	Q1,632.00	Q3,103.00
3	Bayfolan forte	32.33	3	97.00	Q53.00	Q5,141.00	21	Q68.00	Q1,428.00	Q6,569.00
4	Ultrafert	15.48	3	46.45	Q37.00	Q1,718.65	12	Q68.00	Q816.00	Q2,534.65
5	LICOFOL-N	19.12	3	57.35	Q95.00	Q5,448.25	15	Q68.00	Q1,020.00	Q6,468.25
6	Testigo Absoluto									

**Fuente:** Elaboración propia

El precio de campo del producto basándose en el precio del mercado de papa Q9.987 el kilogramo, con una media del rendimiento que fue de 21.819TMHa<sup>-1</sup> Y se emplearon 122 jornales (Q68.00/jornal). Aplicándose la fórmula siguiente:

$$\text{Precio de campo de papa} = \text{precio del mercado (Q9.987)} - [(\text{mano de obra } 122 \text{ jornales} \times \text{precio jornal (Q68.00)}) / \text{Producción media (21.819TMHa}^{-1})]$$

El resultado de esta fórmula nos dio el precio de campo de la producción de papa Q204,610.35/TMHa<sup>-1</sup>

Se corrigieron los rendimientos basándose en las medias de los grupos formados en la prueba de Tukey 5%, ya que los tratamientos eran estadísticamente diferentes, cada uno resultó siendo un grupo, pero al final fueron siendo el mismo con el rendimiento corregido, luego se realizaron los ajustes de los rendimientos descontando una tasa de 15% a los rendimientos corregidos. Ver (cuadro 6)

Cuadro 6. Rendimientos experimentales corregidos y ajustados del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	Media Tm/Ha-1	Tukey 5%	Rendimiento	15% ajuste	Rendimiento ajustado
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	26.475	<b>A</b>	26.475	3.971	22.504
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	24.198	<b>B</b>	24.198	3.630	20.568
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	22.957	<b>C</b>	22.957	3.444	19.514
1	Té de estiércol de ovino	22.716	<b>C</b>	22.716	3.407	19.309
2	Té de estiércol de equino	19.199	<b>D</b>	19.199	2.880	16.319
6	Testigo Absoluto	15.366	<b>E</b>	15.366	2.305	13.062

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

Con los rendimientos ajustados se determinaron el beneficio bruto y el beneficio neto de los tratamientos, dejándolos de forma ascendente de acuerdo a su rendimiento, donde el beneficio bruto se obtuvo a través de rendimientos ajustados multiplicado por el precio de campo de papa y, el beneficio neto se



obtuvo de la diferencia entre beneficio bruto y costos que varían. (Cuadro 7)

Cuadro 7 Beneficio Bruto y Beneficio Neto del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	Rendimiento ajustado	Beneficio Bruto	Costo que Varían	Beneficio Neto
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	22.504	211,029.82	Q6,569.00	Q204,460.82
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	20.568	192,878.30	Q6,468.25	Q186,410.05
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	19.514	182,990.89	Q2,534.65	Q180,456.24
1	Té de estiércol de ovino	19.309	181,072.44	Q1,777.20	Q179,295.24
2	Té de estiércol de equino	16.319	153,033.51	Q3,103.00	Q149,930.51
6	Testigo Absoluto	13.062	122,485.84	Q0.00	Q122,485.84

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

Con los costos de beneficio neto y costos que varían se determinó el análisis de dominancia, se ordenaron de acuerdo a los tratamientos de orden de creciente de costos que varían, luego se determinaron los tratamientos no dominados (ver cuadro 8)

Cuadro 8. Análisis de Dominancia del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	Costo que varían	Beneficio Neto	Cambio	Observación
6	Testigo Absoluto	0	Q122,485.84		No dominado
1	Té de estiércol de ovino	Q1,777.20	Q179,295.24	T6-T1	No dominado
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	Q2,534.65	Q180,456.24	T1-T4	No dominado
2	Té de estiércol de equino	Q3,103.00	Q149,930.51	T4-T2	Dominado
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	Q6,468.25	Q186,410.05	T2-T5	No dominado
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	Q6,569.00	Q204,460.82	T5-T3	No dominado

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

En la determinación de la dominancia, el primer tratamiento es no dominado por definición (testigo absoluto); en seguida se observa el siguiente tratamiento T6-T1

aumentan los beneficios, por lo tanto el T1 es no dominado; luego se observa el T1-T4 incrementan los beneficios, por tanto el T4 es no dominado; se observa el siguiente T4-T2 no aumentan los beneficios, por lo tanto el T2 es dominado; se observa el T2-T5 en cuanto a este si aumenta los beneficios, por lo tanto el T5 es no dominado; el T5-T3 se observa que si aumentan los beneficios, por lo tanto T3 es no dominado.

Calculo de la tasa de retorno marginal (TRM), con los tratamientos no dominados se calculan los incrementos en los costos que varían y los beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor, o bien dividiendo los cambios o diferencias de un tratamiento a otro del beneficio neto entre los costos que varían luego se multiplica por cien (10). (Ver cuadro 9)

**Cuadro 9** Tasa de Retorno Marginal (TRM) del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	Costo que varían	Beneficio Neto	cambio Costo que varian	cambio Beneficio Neto	TRM%
6	Testigo Absoluto	0	Q122,485.84			
1	Té de estiércol de ovino	Q1,777.20	Q179,295.24	Q1,777.20	Q56,809.40	3196.57%
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	Q2,534.65	Q180,456.24	Q757.45	Q1,161.00	153.28%
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	Q6,468.25	Q186,410.05	Q3,933.60	Q5,953.81	151.36%
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	Q6,569.00	Q204,460.82	Q100.75	Q18,050.77	17916.39%

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

La tasa mínima de retorno deberá ser igual o mayor al 100%, el mercado en Guatemala especialmente en el altiplano del País está el 60% mercado informal por temporada de cultivo, al sumar la tasa de retorno mínimo 40% exigido a la agricultura, esto es a 100% TAMIR. De esta manera se pudo observar en 4

tratamientos T1, T3, T4, T5, tienen la tasa de retorno marginal, así como en la tasa mínima de retorno por lo tanto cumplen las condiciones para el rendimiento y son recomendables para el agricultor. ( Ver cuadro 10)

Cuadro 10 Tasa Minima de Retorno del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	TRM%	TAMIR	CRITERIO	OBSERVACION
6	Testigo Absoluto	0.00%	100.00%		NO RENTABLE
1	Té de estiércol de ovino	3196.57%	100.00%	>	RENTABLE
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	153.28%	100.00%	>	RENTABLE
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	151.36%	100.00%	>	RENTABLE
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	17916.39%	100.00%	>	RENTABLE

\* El criterio de campo es que la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR), deberá ser igual o mayor a 100%, aplicado a cualquier otro cultivo. Tasa de interes en el mercado informal del altiplano (60%) + retorno mínimo exigido en la agricultura (40%).

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

Análisis de residuos, sustrayendo de los beneficios netos el costo de oportunidad de costos variables, se tienen los residuos. Entonces los 4 tratamientos son rentables y en su orden se puede apreciar en (cuadro 11)

Cuadro 11. Análisis de residuos de acuerdo a los tratamientos testigo absoluto y t3 foliar del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

No. Trat.	Tratamiento	Costo que varían	Beneficio Neto	costo de oportunidad de los CV	Residuo
1	Té de estiércol de ovino	Q1,777.20	Q179,295.24	Q1,777.20	Q177,518.04
4	Fertilizante químico (Ultrafert)	Q2,534.65	Q180,456.24	Q2,534.65	Q177,921.59
5	Fertilizante químico (Licofol-N)	Q6,468.25	Q186,410.05	Q6,468.25	Q179,941.80
3	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	Q6,569.00	Q204,460.82	Q6,569.00	Q197,891.82

**Fuente:** Análisis estadísticos, fase de gabinete

El fertilizante foliar químico Bayfolan Forte, resultó ser importante como fuente que causó alto rendimiento en la fertilización del cultivo de tubérculos, seguido por los otros 3 tratamientos que fueron como fuente de mayor rendimiento en la producción de papa; estos tratamientos son en grandes volúmenes y costos altos, que no son recomendables para el agricultor, excepto el T1 es más recomendable debido a menor volumen y menor costo, entonces de los 4 tratamientos que tuvieron efecto de mayor rendimiento el T1 es favorable.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y ha su discusión se concluyó lo siguiente:

La producción de tubérculo de papa se incrementa notablemente con la aplicación de Bayfolan Forte ( $26.47 \text{ TM/Ha}^{-1}$ ), en comparación al resto de foliares aplicados ( $19$  hasta  $24 \text{ TM/Ha}^{-1}$ ) y al testigo sin aplicación ( $15 \text{ TM/Ha}^{-1}$ ) por lo que se rechazó la primera hipótesis nula planteada ( $H_{01}$ ).

El fertilizante foliar Bayfolan Forte presentó el mayor residuo neto (Q197,891.82), el cuál presentó un beneficio neto (Q204,460.82), considerándose como una alta rentabilidad. Por lo que se rechazó la segunda hipótesis nula planteada ( $H_{02}$ ).

## 6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones emanadas, se puede recomendar lo siguiente:

Que los productores pudientes apliquen el fertilizante foliar Bayfolan Forte para obtener mejores rendimientos y así una mejor ganancia en la producción de tubérculos de papa.

Que los productores de bajos recursos apliquen sus foliares conocidos como tés de estiércoles de animales tales como: ovinos, bovinos, porcinos, equinos y otros que también van a contribuir a incrementar la producción de tubérculos de papa como lo demostró la investigación efectuada.

Continuar con las investigaciones y sembrar otra variedad de papa, utilizando los mismos fertilizantes foliares orgánicos y aplicar mayores dosis con las mismas frecuencias de aplicación a las ensayadas en la presente investigación, así tendrá mayor información el productor.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Astorga A. 2000. Lo nuevo en la fertilización de la papa. Revista Agricultura no. 34: P.36-37.
2. Contreras Méndez, A. 1,999 "*Antecedentes sobre el origen de la papa*", en *Revista de la papa*.- 1(3): .- pp. 2-3.
3. Concejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Concepción Tutuapa, San Marcos 2,004; ACT. SEGEPLAN/dpt 2,010.
4. Chávez, R. 2,005. Tesis comparación de dos programas de fertilización en el cultivo de la papa (*solanum tuberosum*) en el municipio de Sololá, Sololá. Guatemala.
5. Christiansen. JA. Vargas Menchuca, R. 1980. La papa: su utilización; Guatemala, ICTA-PREDECODEPA. 50p.
6. De León Cifuentes, E. 2001. Respuesta agroeconómica del cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*) a la fertilización con diferentes fuentes de materia orgánica en tres localidades del área papera de Quetzaltenango, en dos ciclos de cultivo (invierno – verano ) Tesis Ingeniero Agrónomo. USAC – CUNOC.
7. De Paz Gómez, R. Ing. Agr. MS. 2,006 Diseño y Analisis de experimentos Agrícolas. Quetzaltenango.
8. Donelan, Peter (1987). Fertilización foliar. – California; México : Ecology Action of Midpeninsula; ECOPOL, 1994.
9. Florencio Rodríguez, S. 1998. Proyecto Tezulutla”n, Ficha técnica de fertilización Salamá, Baja Verapaz Guatemala.
10. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, productos Superb. 256p.
11. Henkes R. 1970. Fertilización foliar en gran escala. Revista Agricultura de las Américas 45(2):10-15.

12. Holdridge, LW. 1,969, Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala; según sus formas vegetales, Guatemala.
13. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT) 2,002. Catálogo de variedades de Papa. Guatemala. 22 p.
14. IGN (Instituto Geográfico de Guatemala, GT) 1982. diccionario geográfico de Guatemala. Ed. Tipografía Nacional. Tomo 3.
15. Informador Agrícola Stoller: suplemento 2(2):2-2. 1989, Importancia de la fertilización completa y balanceada.
16. Jensen, AJ. Armstrong, J. Jatala, P. 1979. Annotated Bibliography of Nematodo pest of potato. International potato Center (CIP). Lima, Perú. Pp 315.
17. Jones, SB. Sistemática vegetal. Trad por Maria de Lourdes Hesca Tapia. 2ª ed. México.
18. MAGA. 2002 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala, GT).. Sistema de vigilancia fitosanitaria.
19. MAGA. 2,006 (Ministerio de Agricultura, ganadería y Alimentación). Mapa de cobertura Vegetal y Uso de la tierra escala 1:50,000. Guatemala
20. Noma, Y. 2,001 Manual de hidroponía ICTA 16 pags.
21. Orellana L, LF. 2002. El empleo de fertilizantes resulta de gran ayuda cuando los suelos no puedan proporcionar suficientes cantidades de nutrientes para el buen desarrollo de las plantas. Revista Agricultura no. 51:16-18.
22. Orozco, R. 2,003 Evaluación de la respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad atlantic, a la fertilización con NPK. Altiplano occidental de Guatemala. Tesis Ing. Agrónomo Quetzaltenango. Centro Universitario de Occidente. Carrera Agronomía.
23. Parsons, DB., 1982. Papas, México D.F., Ed. Trillas, Manuales para la educación agropecuaria, Serie Producción vegetal no. 17, p. 9, 10, 12, 14, 16-19.



- 24.** Quixtan Argueta, RA. 1,990; Evaluación de Respuesta de tres niveles de fertilizante químico, químico-gallinaza y gallinaza en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) en el cantón Chicavioc, Quetzaltenango, CUNOC, Carrera de Agronomía 62pgs.
- 25.** Reyes Hernández, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reseñando el uso de este enfoque. Boletín Informativo 1-2001 FAUSAC Guatemala. 32p.
- 26.** Simmons, C. Tarano, JM. 1,969. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la república de Guatemala. Ed. José Pineda Ibarra.

## 8. ANEXOS

Cuadro 1 A. Distribución aleatoria de tratamientos del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

		<b>Tratamientos</b>					
		<b>I</b>	<b>ii</b>	<b>lii</b>	<b>lv</b>	<b>V</b>	<b>Vi</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>r1</b>	T1	T3	T5	T2	T6	T4
	<b>r2</b>	T3	T2	T6	T4	T5	T1
	<b>r3</b>	T4	T5	T1	T2	T3	T6
	<b>r4</b>	T2	T6	T3	T5	T1	T4
	<b>r5</b>	T5	T3	T4	T1	T6	T2

Fuente: Datos de campo

Cuadro 2A. Rendimientos por unidad experimental de acuerdo a la distribución aleatoria de tratamientos del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

### RENDIMIENTOS POR UNIDAD EXPERIMENTAL EN QUINTALES (9.8 M2)

	<b>I</b>	<b>ii</b>	<b>iii</b>	<b>lv</b>	<b>V</b>	<b>vi</b>
<b>r1</b>	0.484	0.564	0.53	0.426	0.322	0.504
<b>r2</b>	0.592	0.404	0.356	0.526	0.524	0.478
<b>r3</b>	0.45	0.518	0.496	0.43	0.556	0.374
<b>r4</b>	0.416	0.29	0.552	0.516	0.502	0.478
<b>r5</b>	0.526	0.596	0.522	0.494	0.318	0.398

Fuente: Datos de campo

Cuadro 3A. Rendimientos por unidad experimental en TMHa<sup>-1</sup> del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

<b>RENDIMIENTOS POR UNIDAD EXPERIMENTAL EN TMHa<sup>-1</sup></b>						
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>r1</b>	22.402	26.104	24.531	19.717	14.904	23.327
<b>r2</b>	27.400	18.699	16.477	24.346	24.253	22.124
<b>r3</b>	20.828	23.975	22.957	19.902	25.734	17.310
<b>r4</b>	19.254	13.423	25.549	23.883	23.235	22.124
<b>r5</b>	24.346	27.586	24.161	22.865	14.718	18.421

Fuente: fase de gabinete

Cuadro 4A. Rendimiento por unidad experimental, total y media en TM/Ha<sup>-1</sup> del ensayo “Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)”, localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.

<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>REPETICIONES</b>					<b>TOTAL</b>	<b>MEDIA</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>		
<b>T1</b>	Té de estiércol de ovino	22,402	22,124	22,957	23,235	22,865	<b>113,582</b>	<b>22,716</b>
<b>T2</b>	Té de estiércol de equino	19,717	18,699	19,902	19,254	18,421	<b>95,994</b>	<b>19,199</b>
<b>T3</b>	Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	26,104	27,400	25,734	25,549	27,586	<b>132,374</b>	<b>26,475</b>
<b>T4</b>	Fertilizante químico (Ultrafert)	23,327	24,346	20,828	22,124	24,161	<b>114,786</b>	<b>22,957</b>
<b>T5</b>	Fertilizante químico (Licofol-N)	24,531	24,253	23,975	23,883	24,346	<b>120,988</b>	<b>24,198</b>
<b>T6</b>	Testigo Absoluto	14,904	16,477	17,310	13,423	14,718	<b>76,832</b>	<b>15,366</b>
<b>TOTAL</b>		<b>130,985</b>	<b>133,300</b>	<b>130,708</b>	<b>127,468</b>	<b>132,096</b>	<b>654,556</b>	<b>21,819</b>

Fuente: fase de gabinete

Cuadro 5A. Análisis de varianza del rendimiento en TM/Ha<sup>-1</sup> del cultivo de la papa en localidad de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos. 2,007

**ANALISIS DE  
VARIANZA      FC = 14281,469  
                                 ANDEVA**

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	CM	F OBSERV	F TABLAS 0.05 PROB	F TABLAS 0.01 PROB
BLOQUES	4	3,169	0,792	0,743	2,87	4,43
TRATAMIENTOS	5	389,675	77,935	73,058	2,71	4,10
ERROR	20	21,335	1,067			
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>414,179</b>				

\*\*

**CV%                      4,73%**

**ALTA SIGNIFICANCIA ESTADISTICA ENTRE  
TRATAMIENTOS**

\*\*

Fuente: Análisis estadísticos, fase de gabinete

Cuadro 6A. Comparación de medias (Tukey 5%) a las fuentes de fertilización foliar del rendimiento en TM/Ha<sup>-1</sup>.

**RENDIMIENTO PAPA VAR. LOMAN EN TM/Ha<sup>-1</sup>**

TRATAMIENTOS	MEDIA	COMPARACION	DIFERENCIA
Fertilizante químico (Bayfolan Forte)	26,475	<b>A</b>	25,938
Fertilizante químico (Licofol-N)	24,198	<b>B</b>	23,660
Fertilizante químico (Ultrafert)	22,957	<b>C</b>	22,420
Té de estiércol de ovino	22,716	<b>C</b>	22,179
Té de estiércol de equino	19,199	<b>D</b>	18,662
Testigo Absoluto	15,366	<b>E</b>	

**COMPARADOR TUKEY =    0,537**

Fuente: Análisis estadísticos, fase de gabinete

Cuadro 7A. Resultados de Análisis de suelo de la finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos, dónde se realizó el ensayo "Evaluación del efecto de Fertilización Foliar (química y orgánica) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L. Cvr Loman)",

Orden: 18747  
 Propietario: PEDRO GONZALEZ  
 Finca: CUXLAC  
 Localización: Concepción tutuapa, SAN MARCOS  
 Cultivo: PAPA



Análisis de Suelos

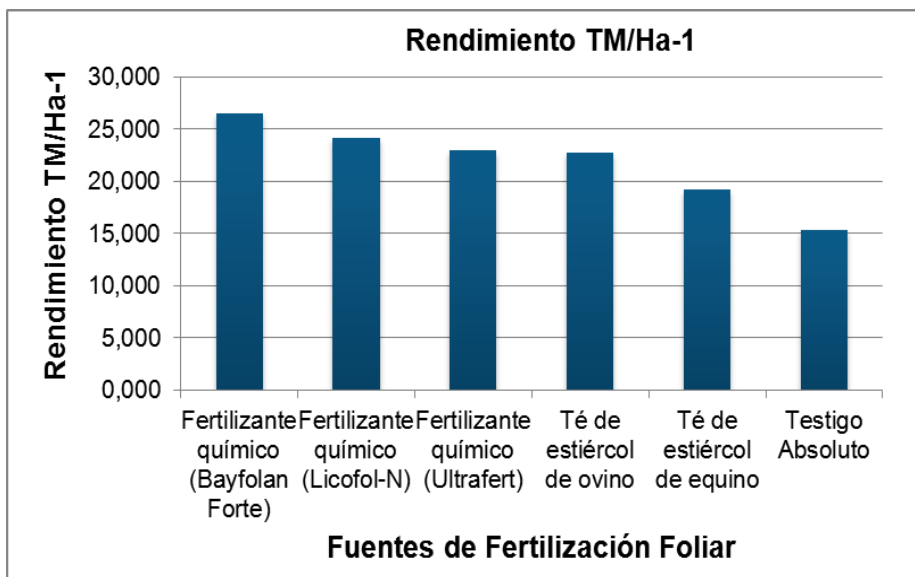
No.	Identificación	mg/L							Cmol/L				miligramos/litro (mg/L)				%	ds/m	mg/L	
		pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	Acidez Intercam.	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Materia Orgánica	C.S.	Amonio	Nitratos				
	Rangos de Suficiencia:	[0.60-8.60]	[10-20]	[0.2-0.6]	[4-20]	[1-5]	[Menor que 1]	[Menor que 1.2]	[2-20]	[10-100]	[5-50]	[2-10]	[0.004-0.03]	0.2 - 0.8	25 - 100	25 - 225				
104232	MUESTRA FCA, CUXLAC	5.80	2.73	0.12	7.51	0.58	0.14	0.15	2.00	49.00	3.10	1.00	13.12	0.04	45.9	2.00				

No.	Identificación	Cmol(+)/L		Porcentaje de Saturación en el CICe de:				Equilibrio de las Bases			
		CICe	Potasio	Calcio	Magnesio	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	
	Niveles Adecuados	[5-25]	[4-10]	[80-80]	[10-20]	[Menor que 20]	[5-25]	[2.5-10]	[2-8]	[10-40]	
104232	MUESTRA FCA, CUXLAC	8.37	1.43	89.73	7.05	1.67	62.58	4.92	12.73	67.50	

Fecha de Ingreso: Miércoles 16 de Mayo de 2007  
 Fecha de Entrega: Viernes 11 de Mayo de 2007  
 Soluciones extractantes: Para P, K, Cu, Fe, Mn y Zn con Olsen Modificado y para Ca y Mg con KCl 1 Normal.

Los resultados de este informe son validos unicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.  
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.  
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Humberto Jiménez  
 Jefe Laboratorio Analab



Grafica 1A. Rendimiento en  $\text{TM}/\text{Ha}^{-1}$  de las fuentes de fertilización foliar, finca Cuxlac, Concepción Tutuapa, San Marcos.



Fotografía 1A. Fase de desarrollo del cultivo de la papa en el área experimental.



Fotografía 2A. Fase de aplicación de tratamientos de la fertilización foliar del cultivo de la papa.



Fotografía 3A. Fase de desarrollo 2 meses del cultivo de la papa.



Fotografía 4A. Fase de cosecha de tubérculos de papa.