

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE ALTURAS DE APORQUE EN TRES VARIEDADES DE PAPA; IXCHIGUAN,  
SAN MARCOS.**

TESIS DE GRADO

**ELVIA CHAVEZ ESTEBAN**

CARNET 21643-09

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2017  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EVALUACIÓN DE ALTURAS DE APORQUE EN TRES VARIEDADES DE PAPA; IXCHIGUAN,  
SAN MARCOS.**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

**ELVIA CHAVEZ ESTEBAN**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADA

QUETZALTENANGO, SEPTIEMBRE DE 2017

CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. MARCO ANTONIO ABAC YAX

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

DR. WILLIAM ERIK DE LEÓN CIFUENTES  
MGTR. GERMAN ROLANDO QUEMÉ QUIEJ  
MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, noviembre de 2016

Honorable Consejo de  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe de Final del Trabajo de Tesis de la estudiante **Elvia Chávez Esteban**, que se identifica con carné **2164309**, titulado: **EVALUACIÓN DE ALTURAS DE APORQUE EN TRES VARIEDADES DE PAPA; IXCHIGUÁN, SAN MARCOS**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



---

Ing. Marco Antonio Abac Yax  
Colegiado No. 3,100



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ELVIA CHAVEZ ESTEBAN, Carnet 21643-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06128-2017 de fecha 18 de agosto de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

#### **EVALUACIÓN DE ALTURAS DE APORQUE EN TRES VARIEDADES DE PAPA; IXCHIGUAN, SAN MARCOS.**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 12 días del mes de septiembre del año 2017.



LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ, VICEDECANA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios: Por el don de la vida y la sabiduría, por su bondad y la voluntad de alcanzar una meta más.
- A la Universidad Rafael Landívar y la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, por contribuir en mi formación académica.
- A mi asesor de Tesis: Ing. Agr. Marco Antonio Abac Yax, por su apoyo y asesoría en la elaboración de mi documento. Y por el apoyo brindando durante mi formación en la Universidad.
- A mi Terna Revisora: MGTR. Marco Antonio Molina Monzón Dr. William Erik de León Cifuentes MGTR. German Rolando Queme Monzón, por el apoyo en la corrección y revisión de la presente investigación.
- A mis Catedráticos: Por la enseñanza y apoyo en mi formación como profesional.

## DEDICATORIA

A Dios: Dedico este triunfo logrado para ti sea le honra y la gloria, y por poner a personas en mi camino que me han apoyado incondicionalmente.

A mis Padres: Tomas Chavez Gomez. Por todo lo que me ha dado y el Apoyo, por la fortaleza que inculcastes en mi y por tu Amor. Carmelina Esteban Garcia. Por todo lo que hiciste y por Todo lo que serias capaz de hacer si te lo hubiera pedido, sin ti no seria quien soy actualmente, todo te lo debo a ti.

A mis Hermanos y

Hermanas: Rufino, Antonio, Martha Elidia, Amanda, Everildo, Felix, Ceferino, Wilson, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con sus palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba.

A mi Hija: Karly Guadalupe Chávez es el tesoro más grande, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

A mis Amigos: Por el apoyo incondicional, y por formar parte de mi desarrollo integral.



# ÍNDICE

Número	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. CULTIVO DE PAPA .....	2
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Importancia económica del cultivo .....	3
2.1.3. Taxonomía y botánica de la planta .....	6
2.1.4. Características agronómicas del cultivo de la papa .....	8
2.1.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de la papa .....	9
2.1.6. Características del cultivo de la papa .....	14
2.1.7. Variedades.....	15
2.1.8. Manejo agronómico .....	16
2.1.9. Principales plagas y enfermedades .....	18
2.2. APORQUE .....	18
2.2.1. Importancia del aporque .....	18
2.2.2. Épocas de aporque.....	19
2.2.3. Beneficios del aporque .....	19
2.3. INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA .....	20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	23
4. OBJETIVOS .....	24
4.1. GENERAL .....	24
4.2. ESPECÍFICOS.....	24
5. HIPÓTESIS .....	25
5.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVAS .....	25

6. METODOLOGÍA.....	26
6.1. LOCALIZACIÓN.....	26
6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	26
6.2.1. Variedad Loman.....	26
6.2.2. Variedad Tollocan.....	26
6.2.3 Variedad Soloman.....	27
6.3. FACTORES A ESTUDIAR.....	27
6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	28
6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
6.6. MODELO ESTADÍSTICO.....	29
6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	29
6.8. CROQUIS DE CAMPO.....	30
6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	30
6.9.1. Selección del lugar.....	30
6.9.2. Preparación de suelo.....	30
6.9.3. Establecimiento del cultivo.....	31
6.9.4. Riego.....	31
6.9.5. Fertilización.....	31
6.9.6. Control de plagas y enfermedades.....	31
6.9.7. Control de malezas.....	31
6.9.8. Picado.....	32
6.9.9. Aporque.....	32
6.9.10. Primera toma de datos.....	32
6.9.11. Defoliación.....	32
6.9.12. Cosecha.....	33

6.9.13.	Toma de datos finales en fase de campo .....	33
6.10.	VARIABLES RESPUESTA.....	33
6.10.1.	Rendimiento de kilogramos por hectárea .....	33
6.10.2.	Diámetro polar y ecuatorial.....	33
6.10.3.	Grosor del tallo .....	33
6.10.4.	Tamaño de la planta.....	34
6.10.5.	Número de tubérculos por planta .....	34
6.11.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	34
6.11.1.	Análisis estadístico .....	34
6.11.2.	Análisis económico.....	34
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
7.1.	RENDIMIENTO DE KILOGRAMOS POR HECTÁREA .....	35
7.2.	DIÁMETRO POLAR Y ECUATORIAL .....	38
7.2.1.	Diámetro polar .....	38
7.2.2.	Diámetro ecuatorial.....	39
7.3.	GROSOR DEL TALLO .....	42
7.4.	ALTURA DE PLANTA .....	46
7.5.	NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA .....	48
7.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	50
8.	CONCLUSIONES.....	52
9.	RECOMENDACIONES .....	53
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	54
11.	ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
Cuadro 1	Comportamiento histórico del cultivo de la papa en Guatemala.....	5
Cuadro 2	Superficie, producción y rendimiento de papa de los departamentos productores de Guatemala, año 2003.....	6
Cuadro 3	Nutrientes minerales y orgánicos esenciales requeridos por las plantas.....	11
Cuadro 4	Tratamientos a evaluar con los diferentes alturas de aporque en tres variedades del cultivo de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	30
Cuadro 5	Rendimiento de kilogramos por hectárea, de tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	38
Cuadro 6	Análisis de varianza de los datos transformados por kilogramos por hectárea de tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	39
Cuadro 7	Tratamientos que representan un rendimiento elevado en kilogramos por hectárea de tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	39
Cuadro 8	Diámetro polar de las tres variedades del cultivo de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	40
Cuadro 9	Análisis de varianza para el diámetro polar, para las tres variedades, del cultivo de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	41
Cuadro 10	Diámetro ecuatorial de las tres variedades de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	42
Cuadro 11	Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial, de las tres variedades del cultivo de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	42
Cuadro 12	Prueba de diferencia significativa de medias del factor B (Variedades) diámetro ecuatorial en las tres variedades del cultivo de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	43
Cuadro 13	Grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	44

Cuadro 14	Análisis de varianza para la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	45
Cuadro 15	Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	45
Cuadro 16	Prueba de Tukey al 5% interacción AxB (tratamientos) en la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	46
Cuadro 17	Altura de planta para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	47
Cuadro 18	Análisis de varianza para la variable altura de planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	48
Cuadro 19	Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable altura de planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	48
Cuadro 20	Rendimiento de número de tubérculos por planta para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	49
Cuadro 21	Análisis de varianza para la variable tubérculos por planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	50
Cuadro 22	Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable tubérculos por planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	50
Cuadro 23	Comparación de rentabilidad para cada tratamiento evaluado, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Página
Figura 1	32

Croquis de campo, representando la distribución de los tratamientos evaluados en cultivo de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.....

# **EVALUACIÓN DE ALTURAS DE APORQUE EN TRES VARIEDADES DE PAPA; IXCHIGUAN, SAN MARCOS**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se realizó en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, con el objetivo de evaluar alturas de aporque, (0.20 m, 0.30 m y 0.40 m testigo), en tres variedades de papa, (Loman, Tollocan, Soloman). Para la investigación se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas y cuatro repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables: rendimiento (kg/ha), diámetro polar y ecuatorial, grosor de tallo, tamaño de la planta y número de tubérculos por planta. Los resultados obtenidos en relación al rendimiento indican que el testigo (0.40 m), da el mejor resultado. Para diámetro polar todos los tratamientos son estadísticamente iguales; en el caso del diámetro ecuatorial la variedad Tollocan es la superior; en grosor de tallo el tratamiento de 0.20 m de aporque es el que da mayor grosor; en el caso de altura de planta el tratamiento de 0.40 m de aporque con la variedad Tollocan da una altura superior a los demás y el número de tubérculos por planta el tratamiento de 0.20 m de aporque, con la variedad Soloman da el mayor rendimiento. En relación con la rentabilidad económica el tratamiento de 0.20 m de aporque con la variedad Loman es el mejor con un 69.65% con un rendimiento de 15,036.83 kg/ha. Sin embargo, después de realizadas las pruebas de medias en el resto de variables de respuesta, se determinó que estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa tiene gran relevancia porque genera empleo, especialmente para las familias rurales que se dedican a su producción; dinamiza la economía local; constituye un elemento importante de la seguridad alimentaria y nutricional, por lo que se le considera un tesoro en las áreas donde se produce, en especial en el altiplano de San Marcos donde es una de las principales actividades agrícolas y económicas.

Actualmente el cultivo de la papa en Guatemala ocupa un lugar de importancia económica, pues además de cubrir la demanda interna, se exporta un 34% de su producción total hacia países como El Salvador, Honduras y Nicaragua, constituyéndose como una fuente de divisas para el país. De acuerdo a datos del DIPLAN-MAGA, La producción nacional de este cultivo por año, área de producción, producción promedio y rendimiento, en el año 2014 se estima que la producción de papa alcanzó los 521,491,981 kg/ha siendo esto un área total de producción de 21,048 hectáreas con una producción de 11,576,900 quintales. (Gonzales E. , 2016)

Debido a que los productores no están capacitados técnicamente sobre otras formas como mejorar sus rendimientos, una de estas prácticas culturales a la cual no se le ha puesto mucho énfasis es el aporcado por ser una labor cultural, que no solo sirve para proteger el tubérculo, sino también para evitar daños del tubérculo de la polilla *Phthomaea oporculella* y para la estimulación del brote de tubérculos.

Por lo anteriormente expuesto el propósito de la investigación fue evaluar niveles de aporque en tres variedades de papa (Loman, Tollocan y Soloman) con el fin de mejorar los rendimientos obtenidos actualmente. Esta investigación se realizó utilizando el diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, bajo las condiciones climáticas y edáficas del municipio de Ixchiguán, San Marcos.



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. CULTIVO DE PAPA

Thomas (2008), citado por Mollinedo (2014), menciona que la papa (*Solanum tuberosum*) es una herbácea anual, que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo; la papa misma, con abundante contenido de almidón; ocupa el cuarto lugar mundial en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz. La papa pertenece a la familia de floríferas de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por otras mil especies por lo menos, como el tomate y la berenjena. El *S. tuberosum* se divide en dos subespecies apenas diferentes: la indígena, adaptada a condiciones de días breves, cultivada principalmente en Los Andes, y *tuberosum*, la variedad que hoy se cultiva en todo el mundo y se piensa que descende de una pequeña introducción en Europa de papas indígena, posteriormente adaptadas a días más prolongados.

Al crecer, las hojas compuestas de la planta de la papa producen almidón, el cual se desplaza hacia la parte final de los tallos subterráneos, también llamados estolones. Estos tallos sufren como consecuencia un engrosamiento y así se producen unos cuantos o hasta 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes del suelo. El tubérculo puede tener formas y tamaños distintos y por lo general pesa hasta 300 g.

Al terminar el período de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan y los tubérculos se desprenden de los estolones. A partir de este momento, los tubérculos funcionan como depósito de nutrientes que permite a la planta subsistir en el frío y posteriormente reverdecer y reproducirse. Cada tubérculo tiene de dos hasta 10 brotes laterales (los "ojos"), distribuidos en espiral en toda la superficie. De estos ojos brotan las nuevas plantas, cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

### **2.1.1. Origen**

La papa es originaria de la región andina de Sudamérica, en las altas mesetas de la cordillera de Los Andes. También existen centros secundarios en algunas áreas de Mesoamérica (México y Guatemala). Pérez (1995) citado por López (2004), dice que las primeras siembras estuvieron cercanas a las orillas del lago Titicaca, entre las fronteras de Perú y Bolivia. A partir de Sudamérica se diseminó a casi todo el mundo, en Europa se introdujo ésta, hacia el año de 1,570 donde en esa época no fue muy bien aceptada. Actualmente su consumo forma parte de la dieta de varios países alrededor del mundo.

En la antigüedad se creía que este cultivo solo era fuente de carbohidratos, lo que en cierta forma le creó fama de ser alimento para engordar, se ha demostrado que la papa es completa y que provee además de carbohidratos, vitaminas, proteínas y minerales (Cid, 1998; citado por López, 2004).

La papa comprende un complejo de especies diploides, triploides y tetraploides. En estado de cultivo se conocen más de 5,000 cultivares que crecen a nivel mundial y muchos más que crecen en forma silvestre o que existieron anteriormente. Los tetraploides son los más usados a nivel mundial, los cuales son clasificados en dos grupos: uno el cv. Andígena (*S. tuberosum subsp. Andígena*) y el cv. *Tuberosum* (*S. tuberosum subsp. Tuberosum* Hawkes) (CAB 2001; citado por López, 2004).

### **2.1.2. Importancia económica del cultivo**

Actualmente la papa es uno de los cuatro cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar después de los cereales trigo, arroz y maíz. Según la FAO, la producción mundial de papa en el 2008 fue de 451.6 millones de toneladas debido a condiciones climáticas adversas, la producción del 2006 fue de siete millones de toneladas menos que la producción de los años 2005 y 2007. Mientras la producción y el consumo de papas vienen creciendo en las regiones en desarrollo; en los países desarrollados estas decrecen paulatinamente. Ya en el 2005 la producción total en las regiones en desarrollo, por primera vez superó a la de los países de Europa, América del Norte y la ex Unión Soviética juntas (Thomas, 2008; citado por Mollinedo, 2014).

De acuerdo con Ezeta (2001) citado por Mollinedo (2014), considerando las series históricas de producción de papa en los últimos cuarenta años, muestran una tendencia decreciente de la superficie cultivada con papa en los países desarrollados, mientras se observa una bien definida tendencia creciente en los países en desarrollo.

Según el Centro Internacional de la Papa (CIP), se estima para el año 2020 una tasa de crecimiento anual promedio del 2.7 %. En el comercio mundial y regional de la papa han ocurrido importantes cambios, con una participación cada vez mayor de los países en desarrollo. Las cifras de exportaciones de papa a nivel mundial revelan que el porcentaje de la producción que es exportado se ha visto incrementado desde menos de 1 % a principios de los sesenta hasta casi 4 % a fines de la década pasada. Entre los países exportadores más importantes figuran los del norte de África que exportan a Europa Occidental fuera de la estación. En América Latina los mayores importadores de papa son Brasil, Venezuela, México y Cuba y los principales exportadores son Argentina, Colombia y Guatemala (Ezeta, 2001; citado por Mollinedo, 2014).

Según registros, la producción nacional de papa data de varias décadas, manifestando un crecimiento progresivo tanto en el área de siembra como en las producciones obtenidas (Godínez, 2007; citado por Mollinedo, 2014). Los cuatro censos agropecuarios efectuados, registran la tendencia que se señala en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Comportamiento histórico del cultivo de la papa en Guatemala

<b>Año</b>	<b>Superficie de cosecha (ha)</b>	<b>Producción (TM)</b>	<b>Rendimientos (kg/ha)</b>
1950	3,154	8,354	2,647
1964	3,693	13,208	3,576
1979	5,042	30,528	6,055
2003	6,733	102,482	15,220

(Censos agropecuarios del Instituto Nacional de Estadística –INE-; citado por Mollinedo, 2014).

De acuerdo con Godínez (2007) citado por Mollinedo (2014), en los datos obtenidos en el IV Censo Nacional Agropecuario, se estimó que la producción de papa alcanzó las 102,482 toneladas métricas, en una extensión de 6,733 ha. Estando concentrada principalmente en la región occidental del país, donde los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos, aportaron el 77% de este total. Huehuetenango es el departamento que reporta la mayor cantidad de superficie cultivada, con un 29.08% y una producción del 32.33%. Quetzaltenango registra una superficie cultivada del 21.67% y una producción del 23.20%. San Marcos presenta una superficie cultivada del 24.02% y una producción del 21.38%.

Cuadro 2. Superficie, producción y rendimiento de papa de los departamentos productores de Guatemala, año 2003.

<b>Departamento</b>	<b>Número de fincas</b>	<b>Superficie cultivada (ha)</b>	<b>Producción obtenida (t)</b>	<b>Rendimientos (t/ha)</b>
Huehuetenango	7,904	1,958	33,064	16.89
Quetzaltenango	5,092	1,459	23,727	16.26
San Marcos	9,974	1,617	21,870	13.52
Guatemala	330	374	5,494	14.69
Sololá	968	255	3,841	15.06
Jalapa	665	318	3,513	11.05
Chimaltenango	825	241	3,262	13.54
Alta Verapaz	268	171	2,779	16.25
Baja Verapaz	95	125	2,465	19.72
Quiché	426	129	1,542	11.95
Totonicapán	402	69	681	9.87
El Progreso	21	13	206	15.85
Sacatepéquez	10	3	24	11.33
Jutiapa	2	1	12	12
Chiquimula	1	0	1	0
Santa Rosa	1	0	1	0
<b>Total República</b>	<b>26,984</b>	<b>6,733</b>	<b>102,267</b>	<b>141.4</b>

(Godínez, 2007; citado por Mollinedo, 2014)

### **2.1.3. Taxonomía y botánica de la planta**

De acuerdo con Montaldo (1984) citado por Mollinedo (2014), la papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Posee un tallo principal, y a veces varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo. Los tallos son de sección angular, y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias.

Las hojas son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspecto de simples, vienen después las hojas compuestas, imparipinadas con 3-4 pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden (Montaldo, 1984; citado por Mollinedo, 2014).

Las raíces se desarrollan principalmente en verticilo, en los nudos del tallo principal. Su crecimiento es primero vertical dentro de la capa de suelo arable, luego horizontal de 25-50 cm, y a veces, cuando el suelo lo permite, nuevamente vertical hasta 90 cm. La planta de papa posee un sistema radicular fibroso muy ramificado. La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola es rotácea pentalobulada de color blanco a púrpura, con cinco estambres. Cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado, que producen polen a través de un tubo terminal; gineceo con ovario bilocular (Montaldo, 1984; citado por Mollinedo, 2014).

El fruto es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, color verde, verde amarillento o verde azulado. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas. El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado. En la superficie posee yemas axilares en grupos de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos). Una yema representa una rama lateral del tallo subterráneo. El tubérculo es un sistema morfológico ramificado; los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo (donde va inserto el estolón) hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes. La yema apical del extremo distal es la que primero se desarrolla y domina el crecimiento de todas las otras. A este fenómeno se le ha denominado dominancia apical (Montaldo, 1984; citado por Mollinedo, 2014).

Taxonomía de la papa (OECD, 1997; citado por Mollinedo, 2014)

Reino: Vegetal  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Subclase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Solanaceae  
Género: *Solanum*  
Especie: *S. tuberosum* L.

#### **2.1.4. Características agronómicas del cultivo de la papa**

De acuerdo a las condiciones bioclimáticas de las regiones, dentro de las áreas óptimas para el cultivo de la papa se encuentran los siguientes departamentos: Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Totonicapán, Guatemala, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jutiapa y Jalapa (Franco, 2002; citado por Mollinedo, 2014)

Las épocas de siembra frecuentes son dos, la primera va de mayo a junio y la segunda de septiembre a noviembre y generalmente se establece como cabecera de rotación. El cultivo posterior a la papa normalmente es un cereal (maíz) que se ve muy favorecido por este precultivo, pues el suelo queda bastante libre de malezas. Además, el nivel de fertilidad residual de fósforo y nitrógeno es alto, debido en parte, a la alta fertilización fosfatada aplicada al cultivo anterior, el cual se ve estimulado por la aporca que se hace a la papa. Producto de estas condiciones agronómicas inmejorables, un cereal después de la papa generalmente alcanza un alto rendimiento, superior a los 2948.35 kg/ha (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

La papa es una especie de alta respuesta a la aplicación de fertilizantes, debido a sus características de baja densidad radicular, lo que implica una baja capacidad de exploración del suelo. Esta característica del cultivo determina que éste responda de manera importante a dosis altas de elementos minerales aplicados al suelo. Debido a

esta misma razón la papa es una planta muy exigente en humedad disponible. El cultivo se ve muy favorecido por adecuados riegos o lluvias que puedan hacerse presentes de octubre a enero (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

La papa es una especie de cultivo de crecimiento rápido, aun cuando existen variedades de más lento desarrollo. Si se compara, por ejemplo con la remolacha, la papa presenta una mayor tasa de crecimiento. La mayoría de las variedades comerciales alcanzan el estado de floración entre los 70 y 80 días después de la siembra y el ciclo total del cultivo varía entre 90 y 160 días, siendo frecuentes un ciclo de 120 días. Esta característica determina que el cultivo requiere un adecuado suministro de nutrientes en los primeros dos meses (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

### **2.1.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de la papa**

#### **a. Elementos esenciales para el cultivo**

El cultivo requiere de 16 elementos nutritivos esenciales, los que se mencionan en el cuadro tres. Cuantitativamente los tres más importantes son el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. El primero alcanza al 44% aproximadamente de la materia seca, y el resto, corresponde al H y O, que forman las estructuras carbonadas como carbohidratos, ácidos orgánicos, etc. Los otros 13 nutrientes minerales aportan el 6% aproximadamente (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

- **Nitrógeno (N)**

Este elemento esencial primario forma parte de las estructuras proteicas en la planta y se considera un elemento estructural que estimula el crecimiento, especialmente hojas y tallos. El déficit de nitrógeno produce una clorosis o amarillez de las hojas. En caso de extrema deficiencia las hojas basales se “amarillean”, debido a la translocación del elemento hacia la parte superior de la planta, por ser este un nutriente móvil dentro de la planta, una falta de humedad en el suelo o falta de luz también produce el mismo síntoma. El exceso de nitrógeno produce una coloración verde intensa de las plantas y un tono brillante y verde muy oscuro, determinando un retraso de la madurez del



cultivo. Por el contrario, una deficiencia tiende a producir un adelantamiento de la madurez del cultivo. Es absorbido como  $\text{NH}_4^+$  ó  $\text{NO}_3^-$ . Estudios realizados con nitrato de amonio marcado (isótopo de N) por *Roberts et al.* (1992), indican que inicialmente las plantas absorbieron nitrato preferencialmente, sin embargo, hacia el final del cultivo la absorción de amonio se incrementó. Este efecto retardado en la utilización de amonio se debería principalmente a la lenta nitrificación del nitrógeno amoniacal, más que a una absorción preferencial por  $\text{N-NO}_3$  (Westermann y Davis, 1992; citados por Mollinedo, 2014).

El exceso de nitrógeno produce diversos efectos negativos sobre el desarrollo del cultivo, lo hace más susceptible a enfermedades como el oídio, además los tubérculos producidos con exceso de nitrógeno se pudren más fácilmente en las bodegas y toleran menos el maltrato. El exceso de nitrógeno no permite una adecuada coloración de la papa frita para chips, debido a un incremento del contenido de azúcares reductores en el tubérculo, esto produce un pardeamiento de la papa frita. Un adecuado contenido de nitrógeno en tubérculos var. Russet Burbank es 1.55% base materia seca (Westermann y Davis, 1992; citados por Mollinedo, 2014).

- **Fósforo (P)**

El fósforo es un elemento primario esencial, que es determinante del crecimiento inicial de los tejidos vegetales, especialmente de las raíces. Es absorbido desde la solución del suelo como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  o  $\text{HPO}_4^{2-}$ , según el pH del suelo, especialmente por difusión y contacto directo. Se requiere en cantidades muy inferiores al nitrógeno. Su déficit produce plantas pequeñas de color violáceo o amarotado por efecto de la acumulación de antocianinas (Marschner, 1986), debido a la detención del crecimiento celular. Es un elemento móvil en la planta, por lo que se trasloca desde las hojas basales hacia las hojas superiores. Cuando la deficiencia no es severa, se produce un color verde oscuro. Contenidos adecuados de fósforo en tubérculos serían 0.2% base materia seca (Westerman y Davis, 1992; citados por Mollinedo, 2014).

El exceso de este elemento en las plantas, generalmente no se produce. Al contrario del nitrógeno, un adecuado contenido de fósforo tiende a producir una adecuada madurez del cultivo. Un buen contenido de este elemento determina una mejor calidad de los tubérculos semillas producidas.

Cuadro 3. Nutrientes minerales y orgánicos esenciales requeridos por las plantas.

<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Nutriente</b>
N	Nitrógeno	Primario
P	Fósforo	Primario
K	Potasio	Primario
S	Azufre	Secundario
Ca	Calcio	Secundario
Mg	Magnesio	Secundario
Fe	Hierro	Micronutriente
Mn	Manganeso	Micronutriente
Cu	Cobre	Micronutriente
Zn	Zinc	Micronutriente
B	Boro	Micronutriente
Cl	Cloro	Micronutriente
Mo	Molibdeno	Micronutriente
C	Carbono	Estructural
O	Oxígeno	Estructural
H	Hidrógeno	Estructural

(Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

- **Potasio (K)**

Este elemento se considera de gran importancia en la nutrición de las plantas, especialmente en su aspecto sanitario. El potasio es un elemento responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas, desde regulador del cierre estomático de las hojas en las células oclusivas, hasta principal activador de la síntesis de carbohidratos. Esta última función es muy importante en cultivos como la papa, debido al gran

contenido de carbohidratos que debe formar la planta y almacenar en sus tubérculos. Este elemento presenta una gran movilidad en la planta. Su deficiencia produce plantas con hojas algo cloróticas y luego desarrollan puntos necróticos dispersos, los tallos del cultivo son débiles y quebradizos cuando falta potasio en el suelo. En el caso de la papa, su deficiencia produce un tono bronceado de las hojas, especialmente basales y con aplicaciones altas de potasio, el cultivo tiende a producir grandes tubérculos. El potasio, a diferencia del nitrógeno y del fósforo, no forma parte estructural estable de la molécula en las células de la planta. Como se señaló, es un catalizador de muchas reacciones que actúan en la síntesis de proteínas y de carbohidratos (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

- **Calcio (Ca)**

El Ca, es un elemento estructural que forma parte de la pared celular, integrando los pectatos de calcio, en la lamela media. Una buena parte de este elemento se encuentra en la planta en el interior de las vacuolas, donde precipita como oxalato de calcio. Su deficiencia produce una inhibición del crecimiento de los brotes y del ápice de las raíces. El Ca junto al fósforo es muy importante al inicio del crecimiento del cultivo, especialmente en el desarrollo de raíces. Un adecuado contenido de calcio inicialmente en la raíces determina un adecuado crecimiento y mejora la selectividad parcial de iones en el proceso de absorción de nutrientes desde el suelo. Así se evita parcialmente, por ejemplo, la toxicidad por aluminio. Niveles tóxicos del calcio en las plantas no se reportan, este es un elemento químico probiótico por excelencia. Es un elemento no móvil en la planta, niveles bajos en el suelo pueden favorecer la aparición de pie negro, enfermedad producida por la bacteria *Erwinia carotovora* (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

- **Magnesio (Mg)**

Este elemento forma parte integral de la molécula de clorofila. Es un nutriente móvil en la planta. Su deficiencia produce una clorosis internerval de las hojas basales, debido a su translocación hacia las hojas superiores. La papa es un cultivo especialmente sensible a la deficiencia de este elemento al igual que el maíz. Excesos de magnesio

que puedan producir toxicidad por este elemento no se reportan en la literatura. Su deficiencia se puede inducir por desbalances en el suelo por aplicaciones excesivas de potasio o de calcio, por exceso de encalado (Sierra et al., 2002; citados por Mollinedo, 2014).

- **Azufre (S)**

Elemento esencial, activador enzimático, interviene en el metabolismo del nitrógeno. Su deficiencia produce clorosis generalizada y es muy poco móvil en la planta (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

- **Micronutrientes**

Hierro (Fe): Su deficiencia se caracteriza por una marcada clorosis internerval parecida a la del magnesio pero en las hojas jóvenes. En suelos muy ácidos se puede transformar en un elemento tóxico. La deficiencia de Fe puede producirse en suelos con pH mayores a 7.6 (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Manganeso (Mn): La deficiencia de este elemento sigue la misma dinámica que el hierro, es decir, en suelos de pH ácidos, se puede producir toxicidad de este elemento y en suelos de pH alcalinos se produce deficiencia. La carencia de manganeso se manifiesta como una clorosis internerval en hojas viejas o jóvenes. Este microelemento es un activador enzimático (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Boro (B): Este elemento puede ser deficiente en suelos de pH ácido (trunchos, rojos arcillosos) su deficiencia produce la desintegración de los tejidos internos como el tallo. El boro es inmóvil en la planta. Favorece la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico en las flores (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Zinc (Zn): La carencia de zinc produce hojas pequeñas y arrosetadas, con escasa longitud de los entrenudos. Los márgenes de las hojas muchas veces se presentan deformados y arrugados. Este elemento ayuda en la formación del ácido indol acético.

Además, es un activador enzimático. Un exceso de fósforo puede inducir una deficiencia de zinc (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Cobre (Cu): Este elemento presenta una dinámica similar al zinc y manganeso; la deficiencia de este elemento en papa no es frecuente, pero los síntomas pueden manifestarse como plantas de un verde muy oscuro, retorcido y deformado (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Molibdeno (Mo): Su deficiencia produce una clorosis internerval que aparece primero en las hojas más viejas y va progresando hacia las más jóvenes. Este síntoma se puede producir de preferencia al usar una fuente de nitrógeno nítrica, debido a que el molibdeno actúa como co-factor enzimático en la nitrato reductasa (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

Cloro (Cl): La deficiencia es muy poco común en papa, pero su toxicidad puede ser más frecuente en suelos con elevada salinidad. Sin embargo, en zonas con elevada precipitación pluvial, es muy poco probable una toxicidad de cloro debido a que este elemento es lavado fácilmente por las lluvias. Su deficiencia marchita hojas (Sierra et al., 2002; citado por Mollinedo, 2014).

#### **2.1.6. Características del cultivo de la papa**

Se adapta bien a altitudes entre 1,700 a 2,500 msnm, la planta alcanza alturas entre 0.60 a 0.70 metros, con tallos erectos, follaje verde oscuro y por lo regular no florea. Los tubérculos son alargados y ligeramente planos, de color amarillo crema en su exterior y crema en su interior. El ciclo del cultivo es de 90 a 100 días, es susceptible al ataque de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y rinde de 20 a 30 t/ha, es la variedad más cultivada en Guatemala (ICTA, 2002; citado por Mollinedo, 2014).

## **2.1.7. Variedades**

### **a. Variedad Loman**

Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura varía desde 20 a 30 cm en altitudes de 3,500 msnm aumentando a 60-65 cm en menor altitud (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado ha alargado. La pulpa y piel es de color crema, susceptible a Tizón Tardío. Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm) (Franco, 2002).

### **b. Variedad Tollocan**

Planta con tallos rectos, fuertes y hojas de color verde. Esta puede alcanzar una altura de 70-95 cm. Las flores son de color blanco, las cuales se presentan entre los 55 a 60 días después de la siembra. Su madurez fisiológica la alcanza a los 110 ó 115 días después de la siembra. La piel y la pulpa son de color crema. El tubérculo tiene forma oblonga a redonda. A 2,390 msnm presenta 18.2 % de sólidos totales y 12.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío. De acuerdo a estas características, su uso es adecuado para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas. Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa (Franco, 2002).

### **c. Soloman**

Se adapta a altitudes de 550 a 2,400 metros sobre el nivel del mar. La planta posee un hábito de crecimiento erecto, con una altura de la planta a la floración corto (<75 cm), posee botones florales que se caen, presenta un grado de madurez del follaje muy precoz (< 90 desde la siembra), el color del tallo es verde con muchas manchas pigmentadas, presentando a las rectas y angostas. Posee un promedio de cuatro pares de foliolos laterales primarios, cuatro pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal, y

ningún par de foliolos secundarios sobre los peciolos. La sobre posición de los foliolos laterales primarios es separada. La forma del foliolo terminal es anchamente elíptica y la de su base cuneada, el ápice del foliolo terminal es con acumen corto y la del primer foliolo lateral anchamente elíptica. El ángulo de divergencia entre la hoja y el tallo es aproximadamente de 80 grados. Presenta un pedúnculo de 22 cm. de largo, con un promedio de tres bifurcaciones por inflorescencia (ramificación de la inflorescencia), la ubicación de la articulación del pedicelo es baja, el color del pedicelo es pigmentado solamente debajo de la articulación. El cáliz es mayormente pigmentado y simétrico, con lóbulos de forma corta y con mucrón largo. La forma de la base de los lóbulos del cáliz es suavemente arqueada. La forma de la corola es semi-estrellada. El tamaño de la flor es grande (41 a 50 mm) con un color predominante lila, una intensidad oscura y color secundario blanco, distribuido en ambos lados del acumen. Las anteras son mayormente pigmentadas, el pistilo no presenta antocianina y el estigma es ligeramente exerto (< 2 mm sobre el ápice de las anteras). (Hurtado, 2002)

### **2.1.8. Manejo agronómico**

#### **a. Preparación y enmienda al suelo**

La preparación del suelo es muy importante para el buen desarrollo del cultivo. Consiste en un picado profundo (25 a 30 cm), el cual puede hacerse con azadón, piocha o choqueador. También pueden usarse tractor o bueyes, si la inclinación del terreno lo permite. Si los suelos tienen un pH ácido (inferior a 6.5) deben aplicarse por lo menos 2,045.45 kg de cal dolomítica por hectárea, de uno a dos meses antes de la siembra. Esta aplicación debe hacerse al voleo para mejorar la reacción e incorporarse al suelo durante la preparación del mismo. El efecto de la cal dolomítica se verá en forma más acentuada en el segundo y tercer año después de la aplicación (según trabajos de investigación realizados por el ICTA) (Franco, 2002).

## **b. Siembra**

Los surcos se deben de trazar a una distancia de 90 cm entre si y tener una profundidad entre 15 y 20 cm. Esta distancia puede variar hasta 120 cm dependiendo del hábito de crecimiento de las variedades y del propósito de la plantación (Ejemplo ICTA Chiquirichapa, ICTAFRIT e ICTA Xalapán). Cuando se produce semilla, se utiliza una distancia menor; si la variedad presenta crecimiento robusto tanto de tallos y estolones y es con propósitos comerciales donde interesa tubérculos grandes, es conveniente utilizar la distancia mayor. El fertilizante se debe colocar en el fondo del surco. Si se tienen problemas con gallina ciega también debe aplicarse un insecticida granulado, en polvo o líquido y luego se cubren con un poco de tierra, de tal forma que no queden en contacto con los tubérculos (Franco, 2002).

## **c. Control de malezas**

El control de malezas puede hacerse eficientemente mediante dos limpiezas con azadón. La primera debe hacerse entre los 20 y los 30 días después de la siembra. Consiste principalmente de un raspado con azadón. La segunda limpieza se hace a los 35 o 40 días después de la siembra y se aprovecha para realizar una calza alta. Con la misma se eliminan las malezas, se evita que los tubérculos salgan a la superficie, se expongan a los rayos del sol y se vuelvan de color verde. Asimismo, los estolones pueden convertirse en tallos al estar en contacto con la luz y dejar de ser tubérculo. Con esta práctica también se protegen del ataque de las larvas de la polilla de la papa. El cual debe aplicarse a los 45 días después de la siembra, siempre y cuando haya suficiente humedad en el suelo (Franco, 2002).

## **d. Fertilización**

La práctica de la fertilización consiste en aplicar al suelo los nutrientes que se encuentran deficientes para la producción esperada. Los suelos sometidos a una agricultura intensiva si bien pueden tener una alta capacidad productiva, generalmente son deficientes en nitrógeno, fósforo, potasio y algunas veces en otros macro y micro elementos que el agricultor necesita aplicarlos para obtener altos rendimientos que le aseguren una buena rentabilidad en el cultivo. Por ello es aconsejable que antes de



plantar el cultivo se realice un análisis del suelo para conocer la situación de éste y poder aplicar los elementos necesarios (macro y micro elementos) que el cultivo requiere para su óptima producción. Además es conveniente que durante el desarrollo del cultivo se realicen análisis foliares para corregir algunas deficiencias de micro o macro elementos que puedan afectar la producción (Franco, 2002).

### **2.1.9. Principales plagas y enfermedades**

#### **a. Plagas**

Chicharritas (*Empoasca* sp.), Polilla de la papa, Pulguilla de la papa (*Epitrix* sp), Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) (Franco, 2002).

#### **b. Enfermedades**

El tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Pudrición bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), Pierna negra o pudrición blanda (*Erwinia carotovora*), Sarna común de la Papa (*Streptomyces scabies*), Virus x (PVX), Virus y (PVY), Virus del enrollamiento (PLRV) (Franco, 2002).

## **2.2. APORQUE**

Con la finalidad de darles buen anclaje y aireación a las plantas, además de eliminar malezas, se recomienda realizar aporques oportunos, sobre todo en lugares con presencia de vientos fuertes. Los aporques o recalzos se dan con la intención de proteger las plantas de la sequía, proteger las raíces más superficiales, favorecer el surgimiento de raíces y defenderlas contra los daños de las heladas y aumentar la resistencia de los tallos débiles (Fersini, 1976; citado por Díaz 2010).

### **2.2.1. Importancia del aporque**

El aporque es una atención cultural que tiene varias finalidades y se le realiza a los cultivos atendiendo a sus características biológicas, consiste en acercar suelo al pie de las plantas. Otros autores como Berger (1975); María del Carmen et. al. y Nohra (1975), citados por Días (2010) concuerdan en que el aporque tiene varias finalidades: acercar

el suelo enriquecido con nutrientes al pie de las plantas, eliminar malezas, facilitar el drenaje, mejorar la aireación alrededor de las plantas y servir de apoyo a ciertos cultivos cuyo sistema radicular no es muy fuerte. El aporque se efectúa para evitar la tendadura de las plantas, así como facilitar el enraizamiento de la planta, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja se tiende, debiendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40-50 cm.

### **2.2.2. Épocas de aporque**

Primer aporque: efectuado a los 45 días de sembrada de la papa, se aplica el 50% restante del nitrógeno haciendo línea continua y echar tierra alrededor de la planta, permite eliminar las malezas y evitar que los tubérculos entren en contacto con la luz solar ya que se tornan de un color verde y se produce en la parte expuesta un tipo de lignificación (endurecimiento), así como el ataque de enfermedades y plagas. Segundo aporque: efectuado a los 20 días del primer aporque, consiste cubrir a los tubérculos descubiertos con tierra, para darle a la planta mayor sostén y así evitar las plagas y enfermedades (García, 2012).

### **2.2.3. Beneficios del aporque**

El aporcar la papa presenta una serie de beneficios tales como: los tubérculos están protegidos de insectos plaga como son las polillas o palomillas, los tubérculos no están expuestos a la luz, evitándose el “verde amarillento”, mejora el drenaje de los surcos o camas, cumple con el control cultural de malezas, da mayor anclaje a la planta, cubre productos aplicados en este momento como fertilizantes, insecticidas, entre otros (García, 2012).

### **2.3. INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA**

Revelo (1968), realizó una investigación sobre la represión química de malezas utilizando tres aporques en el cultivo de papa, los ensayos se realizaron en campo y se efectuaron en terrenos del centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitata, en la totalidad del ensayo se utilizaron parcelas de cinco surcos, los diseños estadísticos fueron bloques al azar con cuatro repeticiones, entre las parcelas se dejó un metro y entre las repeticiones dos metros y medio, luego se procedió a trabajar de la siguiente manera, empleando tres tipos de aporque, efectuados en el momento de tapar el tubérculo bajo: se realizó cubriendo la semilla con una capa de tierra de cinco centímetros; en la cual se levantó el aporque hasta aproximadamente 15 centímetros y alto, en el cual la altura de la capa de tierra sobre la papa se elevó hasta casi 30 cm. Concluyendo la labor cultural de la desyerba mecánica es eficaz para controlar la mayoría de la población de malezas, pero se caracteriza por ser una práctica dispendiosa y lenta, el empleo de herbicidas puede reemplazar con ventaja la labor de desyerba mecánica, el aporque alto (de 30 centímetros) al momento de la siembra, reduce en menor población de malezas porque los estratos inferiores del suelo están menos contaminados de semillas de malezas.

Bolaños y Meza (2001), en la evaluación del efecto de diferentes densidades de población con aporque desde la siembra, sobre la producción de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk) realizado en la Estación Experimental ICA-San Jorge, localizada en el municipio de Soacha (Cundimarca), mediante un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, los resultados que se dieron conforme a los tratamientos con aporque desde la siembra evaluados no se presentaron diferencias en el desarrollo del cultivo, pero por otra parte el aporque sí presentó un adelanto en el ciclo vegetativo del cultivo, con respecto a los testigos comerciales, evidenciándose esto a partir de la evaluación a los 83 días después de siembra hasta el momento de la cosecha; en conclusión los resultados encontrados demuestran que al sembrar con aporque desde la siembra es equivalente a la siembra convencional con aporque ya que no se encontró ninguna diferencia con los testigos para las variables de rendimiento, con la

ventaja adicional de que cuando se aporca desde la siembra, el periodo vegetativo del cultivo se reduce, siendo esto muy favorable.

Aguirre (2013), evaluando el efecto de cuatro profundidades de siembra en la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Fripapa), realizada en el Predio Macaji, de la Facultad de Recursos Naturales. Utilizó el diseño experimental bloques completos al azar (BCA) con cuatro tratamientos, y cuatro repeticiones. El análisis de varianza para días de la emergencia presenta diferencia altamente significativamente tratamientos, el coeficiente de variación fue de 6.35% en la prueba de Tukey al 5% para días a la emergencia, se puede decir que el tratamiento a 10 cm de profundidad fue aquel que tardó más tiempo en emerger, mientras que el tratamiento que se sembró a mayor profundidad 40 cm fue el que tardo menos tiempo en emerger, entre estos dos tratamientos existe una diferencia de 11 días, mientras en los tratamientos que se sembraron a una profundidad de 20 a 30 cm presentó una diferencia de seis días, situándose como intermedios; en conclusión bajo las condiciones en las que se realizó el experimento la siembra a una profundidad de 30 cm ejerce un mayor efecto en las etapas fenológicas, con la profundidad de siembra a 20 cm se obtiene mayor cantidad de tubérculos aptos para semillas, económicamente sembrando a 30 cm se obtiene un menor costo que varía, y mayor tasa de retorno marginal.

González (2000), en la investigación que se realizó sobre la incidencia de la época de aporque, sobre la papa criolla (*Solanum phureja* Just et Buk) bajo tres densidades de siembra en dos localidades del departamento de Cundinamarca, mediante un diseño bloques completos al azar; comparando los datos obtenidos se muestra que hay una diferencia significativa en los tratamientos con desyerba vrs no desyerba; presentando un mayor número de tallos en los tratamientos no desyerbados, al comparar los tratamientos desyerbados en comparación de los no desyerbados y los aporcados vs no aporcado no presentan diferencias significativas, al comparar los tratamientos no desyerbados vrs desyerbados sin aporque se presentan un incremento del 12.4% del número de tubérculos por planta en los desyerbados sin aporque, notándose así el

efecto de las desyerbas el cual hace aumentar el promedio, pero no tanto como el aporque; en conclusión la papa criolla (*S. phureja*) variedad yema de huevo, al disminuir la distancia entre surcos y por ende aumentar la densidad de siembra, se incrementa el número de tallos por metro cuadrado de forma significativa, la época de aporque en papa criolla (*S. phureja*) variedad yema de huevo no influye significativamente sobre el número de tallos por metro cuadrado, aunque se presenta un aumento a medida que se retarda dicha época, debido a que se logra activar mayor número de yemas por lograrse un aporque más alto.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

La población del municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos, se dedica principalmente al cultivo de papa, de la cual existen varias especies, tanto para el consumo como para el comercio. En algunas aldeas del municipio se cosecha hasta tres veces por año mientras en otras donde el frío es más intenso, se produce una vez por año; teniendo un rendimiento promedio de 13.52 toneladas al año en un área de 1,617 hectáreas.

En el área de Ixchiguan se produce tres cosechas al año, en la cual los productores realizan el manejo agronómico del cultivo donde se incluye el aporque a la planta de papa para su estimulación de tubérculos en los estolones, y también para el control de malezas que afectan el desarrollo de los tubérculos; este cultivo es la principal fuente de ingresos para muchas familias, en el cual se han visto bajos rendimientos en la producción, por falta de información que les indique cuál es la altura del aporque adecuado para las variedades de papa que se cultivan en el área y también la utilización de productos químicos para el control de plagas va en aumento.

Por los anterior se propone realizar una investigación técnica, que consiste en evaluar diferentes alturas de aporcado en tres variedades de papa, con el fin de poder obtener mejores rendimiento, sin aumentar los costos de producción, ya que se trabajará con el mismo manejo agronómico, una simple modificación que es el aporcado con la finalidad de aumentar la producción por hectárea y satisfacer las necesidades de los productores del cantón Villa Nueva de Ixchiguán, San Marcos.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. GENERAL**

Evaluar el efecto de alturas de aporque en diferentes variedades de papa.

### **4.2. ESPECÍFICOS**

Medir el efecto de tres alturas de aporque en tres variedades de papa sobre el rendimiento en kilogramos por hectárea.

Determinar el efecto de tres alturas de aporque en tres variedades de papa sobre el diámetro polar y ecuatorial del tubérculo.

Medir el efecto de las alturas de aporque en tres variedades de papa sobre el grosor del tallo.

Medir el efecto de las alturas de aporque en tres variedades sobre el número de tubérculos por planta.

Medir el efecto de las alturas de aporque en tres variedades sobre la altura de planta.

Determinar el efecto de altura de aporque en las tres variedades, sobre las interacciones rendimiento, diámetro polar y ecuatorial grosor de tallo, altura de planta y número de tubérculos.

Efectuar el análisis económico sobre el tratamiento que estadísticamente sea factible.

## 5. HIPÓTESIS

### 5.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

**Ha1.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar incrementará el rendimiento en kg/ha en el cultivo de la papa, en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán.

**Ha2.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar incrementará el diámetro polar y ecuatorial del cultivo de la papa, en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán.

**Ha3.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar incrementará el grosor del tallo del cultivo de la papa, en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán.

**Ha4.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar incrementará la altura de la planta en el cultivo de papa, en las condiciones climática del municipio de Ixchiguan.

**Ha5.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar aumentará el número de tubérculos por planta del cultivo de la papa, en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán.

**Ha6.** Al menos uno de los tratamientos a evaluar aumentara la rentabilidad económica en el cultivo de papa, en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán.



## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. LOCALIZACIÓN**

El municipio de Ixchiguán forma parte del departamento de San Marcos, está a una altitud de 3,200 msnm, el municipio tiene una extensión territorial de 184 kilómetros cuadrados. Se encuentra localizado en las coordenadas 16° 18´ 11´´ latitud Norte y 92° 10´ 26´´ longitud Oeste, la temperatura media oscila entre los 5 °C, la máxima puede llegar a los 18 °C y mínima a -2 °C. La precipitación por su ubicación geográfica va de los 2,000 mm, en las partes altas y en la baja puede llegar a los 4,000 mm anuales. Los días de lluvia van de los 120 a los 180 días al año. La humedad relativa en esta área va de 70 al 85%, en las tardes generalmente hay neblinas. Los vientos corren de norte a sur de las nueve de la mañana a las tres de la tarde. La velocidad promedio de estos vientos es de 16 km/h. (M.A.G.A., 2002)

### **6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL**

#### **6.2.1. Variedad Loman**

Se adapta a altitudes de 1,500 a 2,400 metros sobre el nivel del mar. La planta alcanza alturas de 60 a 70 cm, sus tallos son erectos al principio y luego con la madurez toman hábito rastroso. Su follaje es verde oscuro y por lo regular no florece. Sus tubérculos son alargados y ligeramente aplanados, externos amarillo crema. El ciclo vegetativo varía entre los 90 a 100 días, el de mayor consumo en Guatemala, tolerante al manejo y embalaje (ICTA, 1993; citado por Morales, 2008).

#### **6.2.2. Variedad Tollocan**

Su adaptación es de 1,800 a 3,000 metros sobre nivel del mar. La altura de la planta alcanza entre 70 y 80 cm, con tallos fuertes y erectos de color verde pálido, flores blancas y tubérculos redondos o redondos alargados. El color exterior de los tubérculos es amarillo crema con interiores de color crema. Su ciclo vegetativo oscila entre 100 y 120 días, tolera el transporte (ICTA, 1993; citado por Morales, 2008).

### **6.2.3 Variedad Soloman**

Se adapta a altitudes de 550 a 2400 metros sobre el nivel del mar. La planta posee un hábito de crecimiento erecto, con una altura de la planta a la floración corto (<75 cm), posee botones florales que se caen, presenta un grado de madurez del follaje muy precoz (< 90 desde la siembra), el color del tallo es verde con muchas manchas pigmentadas, presentando a las rectas y angostas. Posee un promedio de cuatro pares de foliolos laterales primarios, cuatro pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal, y ningún par de foliolos secundarios sobre los peciolos. La sobre posición de los foliolos laterales primarios es separada. La forma del foliolo terminal es anchamente elíptica y la de su base cuneada, el ápice del foliolo terminal es con acumen corto y la del primer foliolo lateral anchamente elíptica. El ángulo de divergencia entre la hoja y el tallo es aproximadamente de 80 grados. Presenta un pedúnculo de 22 cm. de largo, con un promedio de tres bifurcaciones por inflorescencia (ramificación de la inflorescencia), la ubicación de la articulación del pedicelo es baja, el color del pedicelo es pigmentado solamente debajo de la articulación. El cáliz es mayormente pigmentado y simétrico, con lóbulos de forma corta y con mucrón largo. La forma de la base de los lóbulos del cáliz es suavemente arqueada. La forma de la corola es semi-estrellada. El tamaño de la flor es grande (41 a 50 mm) con un color predominante lila, una intensidad oscura y color secundario blanco, distribuido en ambos lados del acumen. Las anteras son mayormente pigmentadas, el pistilo no presenta antocianina y el estigma es ligeramente exerto (< 2 mm sobre el ápice de las anteras).

### **6.3. FACTORES A ESTUDIAR**

En la investigación se evaluaron los siguientes factores: tres niveles de aporque y tres variedades del cultivo de la papa, siendo estas la Loman, Tollocan y Soloman, evaluados en las condiciones climáticas del municipio de Ixchiguán, San Marcos, los cuales se describen a continuación:

#### **Factor A: Variedades**

A= Loman

B= Tollocan

C= Soloman

**Factor B:** Niveles de aporque

a= 20 cm

b= 30 cm

c= 40 cm

#### 6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron nueve tratamientos que incluyen todas las posibles combinaciones de los factores a estudiar, haciendo referencia a los niveles de aporque combinados con las variedades.

Cuadro 4. Tratamientos a evaluar con los diferentes niveles de aporque en tres variedades del cultivo de papa; Cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2015.

Tratamientos	Variedades	Aporque metros
T1		0.20
T2		0.30
T3	Loman	0.40
T4		0.20
T5		0.30
T6	Tollocan	0.40
T7		0.20
T8		0.30
T9	Soloman	0.40

#### 6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, puesto que esto incluye la combinación de dos o más factores. Este tipo de arreglo permite al factor A (variedades), combinación con los niveles del factor B (niveles de aporque) Los niveles del factor A se distribuyeron entre las parcelas grandes, las cuales se dividieron, de tal modo que los niveles del factor B, que no requieren grandes parcelas, se distribuyeron en las sub parcelas (parcelas pequeñas).

De esta manera, se crean dos estructuras, una estructura a nivel de parcelas grandes, con los niveles del factor A, y otra estructura a nivel de sub parcelas dentro de cada parcela grande, con los niveles del factor B (López, 2008).

## 6.6. MODELO ESTADÍSTICO

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta medida en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A, (altura de aporque)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo bloque, que es utilizado como residuo de parcelas grandes y es representado por error(a).

$\rho_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor B

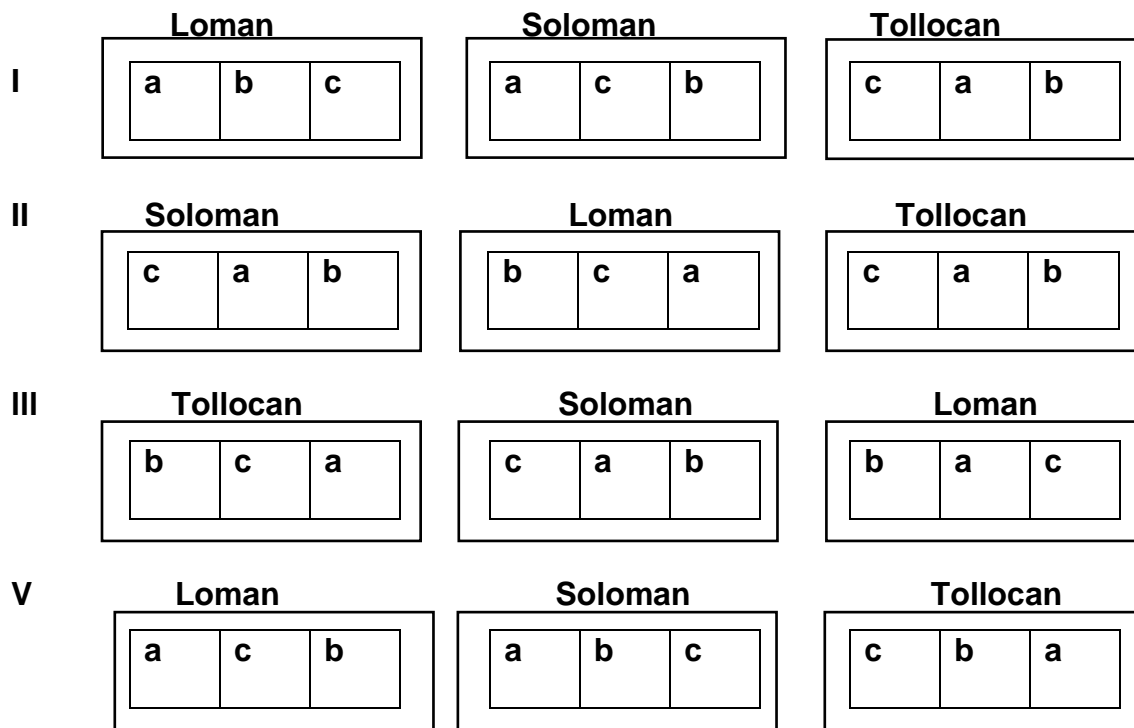
$(\alpha\rho)_{ik}$  = Efecto debido a la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $k$ -ésimo nivel del factor B.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a  $Y_{ijk}$ , es utilizado como residuo a nivel de parcela pequeña, y es definido como: Error(b).

## 6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

El área total del experimento fue de 1,175 m<sup>2</sup> en largo de 47 m x 25 m de ancho; La parcela grande fue de 15 m de largo x 5 m de ancho = 75 m<sup>2</sup>, parcela pequeña fue de cinco m de largo x cinco m de ancho = 25 m<sup>2</sup>, existió ocho surcos por unidad experimental, con un distanciamiento de 0.25 m por planta y 0.70 m entre surcos, haciendo un total de 160 plantas por parcela pequeña; existió un distanciamiento entre parcela grande de uno m, así como entre bloques; el número total de plantas del ensayo fue de 5,760.

## 6.8. CROQUIS DE CAMPO



a= 0.20 mts aporque, b= 0.30 mts aporque, c= 0.40 mts aporque (testigo)

Figura 1. Croquis de campo para la evaluación de los diferentes niveles de aporque en tres variedades de papa; Ixchiguán, San Marcos, 2016.

## 6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1. Selección del lugar

Para la selección del lugar se tomaron en cuenta las condiciones físicas del suelo, la ubicación del área experimental fue posicionada Sur Oeste para obtener mayor aprovechamiento de la luz solar.

### 6.9.2. Preparación de suelo

Para la preparación del terreno se realizó barbecho en suelo con la finalidad de proporcionarle aireación, eliminando terrones y con los agregados homogéneos; con el objetivo de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida y homogénea y

reducir los ataques de plagas, la preparación del terreno se realizó 15 días antes de la siembra y así eliminar las malezas presentes.

### **6.9.3. Establecimiento del cultivo**

La siembra se realizó en forma directa, mediante la apertura de una zanja de 30 cm de profundidad en la cual se enterraron los tubérculos de papa. Se establecieron distanciamiento de siembra de 0.70 metros entre surcos y 0.25 metros entre posturas o entre tubérculos, en donde se aplicó un fungicida sobre los tubérculos, posteriormente se cubrió con una capa de suelo.

### **6.9.4. Riego**

El riego es fundamental, esto considerando que la investigación se realizó en la época seca. El sistema de riego que se utilizó fue de aspersión, el mismo se aplicó cada ocho días; esto dependiendo de las condiciones climáticas.

### **6.9.5. Fertilización**

Se realizaron aplicaciones de 20-20-0 al momento de la siembra siendo estos 1,043 kg/ha y 15-15-15 a los 45 días al momento del aporque siendo estos 521 kg/ha.

La incorporación de los micronutrientes se realizó mediante la aplicación vía foliar utilizando producto concentrado en elementos menores, combinadas con las aplicaciones de fungicidas preventivos cada 15 días.

### **6.9.6. Control de plagas y enfermedades**

Para el control de los insectos se utilizaron insecticidas sistémicos; para aplicación de estos se utilizó una bomba de mochila de 16 litros aplicando el insecticida en el área de follaje de la planta en horas tempranas del día (de 5:30 a 8:00 am); para el caso de enfermedades, la aplicación de fungicidas preventivos como es mancoceb.

### **6.9.7. Control de malezas**

Existe una fuerte competencia entre el cultivo de la papa y las malas hierbas, ya que condicionan el rendimiento y al no encontrarse en la parcela de producción facilitan las

labores de recolección. Para ellos se utilizó el método manual, ya que esto evitó el uso de herbicidas dentro de la parcela.

#### **6.9.8. Picado**

Actividad que se realizó en el cultivo de papa a los 25 días después de la germinación, que consistió en aflojar la superficie del suelo para favorecer la aireación del mismo, desarrollo radicular y por lo tanto el desarrollo vegetativo de la planta.

#### **6.9.9. Aporque**

Este consistió en adicionar suelo hacia el tallo de las plantas a los 45 días después de la siembra, con las tres alturas diferentes que son: 20 cm, y 30 cm más el testigo que es de 40 cm.

Se procedió a medir el nivel de aporque con unas estacas previamente cortadas a la medida de cada aporque mediante el uso de una cinta métrica, usando las mismas se fueron midiendo los surcos en cada parcela pequeña.

#### **6.9.10. Primera toma de datos**

En esta toma de datos se evaluaron las variables de respuesta como es la altura de la planta mediante el uso de una cinta métrica, el grosor del tallo mediante el uso del vernier.

#### **6.9.11. Defoliación**

Esta práctica se realizó de 10 a 15 días antes de la cosecha. Su propósito consistió en detener el crecimiento de los tubérculos y propiciar el secamiento de la epidermis. Se efectuó cuando el follaje se tornó de un color amarillento; antes de realizarlo se verificó el tamaño de los tubérculos. El follaje se eliminó usando un machete, cortando los tallos y hojas. Aproximadamente 10 días después de la eliminación del follaje se verificó si los tubérculos se podían cosechar (esto hace notar, sí al frotar la epidermis con las yemas de los dedos no se desprende).

### **6.9.12. Cosecha**

La cosecha se realizó cuando los tubérculos maduraron después de la eliminación del follaje. Se realizó manualmente utilizando para ello azadón, teniendo cuidado de no lastimar a los tubérculos, los cuales se clasificaron en: primera (diámetro polar promedio de ocho cms y ecuatorial de seis cm), segunda (diámetro ecuatorial promedio de cinco cm y polar de cuatro cm) y tercera calidad (diámetro ecuatorial promedio de tres cm y polar de dos cm), posteriormente fueron almacenados en sacos.

### **6.9.13. Toma de datos finales en fase de campo**

Se evaluó los pesos en kg/ha, diámetro y longitud del tubérculo, numero de tubérculos por planta; tomando muestreos de tubérculos por planta de las diferentes variedades en este caso se muestrearon 10 plantas por parcela neta.

## **6.10. VARIABLES RESPUESTA**

### **6.10.1. Rendimiento de kilogramos por hectárea**

El rendimiento de kg/ha se determinó mediante un proceso de pesado de los tubérculos, con el uso de una balanza analítica, realizando a los 110 días después de la siembra, tomando un control estrictamente en los experimentos que se realizaron para tener con exactitud los resultados.

### **6.10.2. Diámetro polar y ecuatorial**

El diámetro se midió por medio del instrumento vernier, usando dicho instrumento se tomaron medidas polar y ecuatorial y se obtuvo un promedio de tamaño, realizando a los 110 días después de la siembra, tomando 10 plantas alazar en las parcelas pequeñas.

### **6.10.3. Grosor del tallo**

El grosor del tallo se midió mediante el uso del instrumento vernier, realizando en cada planta y obteniendo un promedio final, a los 70 días después de la siembra.



#### **6.10.4. Tamaño de la planta**

Se midió la altura mediante el uso de una cinta métrica, realizándolo en cada planta y obteniendo un promedio final a los 70 días.

#### **6.10.5. Número de tubérculos por planta**

Se muestrearon 10 plantas por cada parcela neta a los 110 días después de la siembra; contando cada uno de los tubérculos por planta muestreada.

### **6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **6.11.1. Análisis estadístico**

La tabulación de datos se realizó mediante una boleta de datos, para posteriormente realizar el respectivo análisis estadístico mediante una hoja electrónica. Posterior al análisis de varianza ANDEVA para contrastar las hipótesis de interés, se verificó que el valor de la estadística F para alguna de las hipótesis en el cuadro de ANDEVA fuera significativa. Posterior a ello se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, de acuerdo con los criterios de Tukey, que sirvió para comparar las medias de los tratamientos, dos a dos, o sea, para evaluar las hipótesis alternativas.

#### **6.11.2. Análisis económico**

Para efectos del cálculo de los costos de producción y análisis financiero de la investigación, se utilizó el Análisis Costo Beneficio (ACB). Es una técnica que se basa en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo efectuado. Este esfuerzo incluye: la inversión de recursos económicos o físicos; la eficiencia técnica y la motivación humana. El análisis sirve para tomar decisiones en cuanto a dos o más alternativas, evaluar el proyecto o propuesta. Su aplicación es posible en prácticamente todo tipo de proyectos, incluyendo proyectos sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, entre otros.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. RENDIMIENTO DE KILOGRAMOS POR HECTÁREA

En el cuadro cinco, presenta los resultados obtenidos en rendimiento de tres variedades en el cultivo de papa con diferentes niveles de aporque, representados en kg/ha; según Revelo (1968), realizó una investigación sobre la represión química de malezas utilizando tres aporques en el cultivo de papa, con tres tipos de aporque donde concluyo que la labor cultural de la desyerba mecánica es eficaz para controlar la mayoría de la población de malezas con el aporque alto de (30 centímetros).

Cuadro 5. Rendimiento de kilogramos por hectárea, de tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamiento	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	10212.00	12785.33	24035.33	13114.67	15036.83
T2	9630.67	12224.00	11142.00	11184.00	11045.17
T3	11712.00	14110.00	7565.33	14116.00	11875.83
T4	17502.67	12362.67	13805.33	12096.33	13941.75
T5	13636.00	14714.67	15212.00	13126.67	14172.33
T6	15018.67	18000.00	16304.00	15970.00	16323.17
T7	15381.33	12490.67	12954.67	15381.33	14052.00
T8	10221.33	12273.33	8066.67	12945.33	10876.67
T9	10190.67	10872.00	12593.33	13945.33	11900.33

En el cuadro cinco, se observa que el tratamiento seis (variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.40 mts), es la más representativa en rendimiento, en comparación de los demás tratamientos, con un rendimiento de 16,323.17 kilogramos por hectárea, seguido por el tratamiento uno (variedad Loman y un nivel de aporque de 0.20 mts) con un rendimiento de 15,036.83 kg/ha. De acuerdo a Godínez (2007) citado por Mollinedo (2014) indica en el IV Censo Nacional Agropecuario que la producción en el área de

San Marcos es de 13,520.00 kg/ha, entonces como se observa principalmente que el tratamiento seis y uno, superan la producción establecida en el Censo de ese año.

Cuadro 6. Análisis de varianza rendimiento por, kilogramos por hectárea, de tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT 5%	FT 1%
Bloques	3	5127168	1709056	0.2870		
Factor A	2	44951552	22475776	3.7738 NS	5.143	10.925
Error A	6	35734016	5955669			
Factor B	2	32331776	16165888	1.8123 NS	3.555	6.013
Interacción						
AxB	4	37969920	9492480	1.0642 NS	2.928	4.579
Error B	18	160558592	8919922			
Total	35	316673024				

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo.

C.V. 22.54%

En el cuadro seis, muestra el análisis de varianza ANDEVA de los datos de la variable rendimiento de kilogramos por hectárea, se observa que la F calculada es menor que la F tabulada, por lo cual según el procedimiento de los análisis de varianza no existe diferencia estadística, para el factor A, B e interacción AxB. En el caso del coeficiente de variación da un resultado de 22.54% que es un reflejo de las características de cada variedad en cuanto al componente de rendimiento, ya que el área de investigación se trabajó a una altura de 2,800 msnm, esto indica que va ver variabilidad alta; ya que las variedades están adaptadas a un rango de 550 a 3000 msnm siendo esto casi el límite de su altura máxima.

A pesar que no hay diferencia estadística significativa se realizaron las siguientes observaciones.

Cuadro 7. Tratamientos que representan un rendimiento elevado en kilogramos por hectárea, de tres variedades del cultivo de papa, y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
T6	16,323.17
T1	15,036.83
T5	14,172.33
T7	14,052.00
T4	13,941.75

Con los resultados del cuadro siete, se considera que en el caso del rendimiento en promedio de los kilogramos por hectárea, resulta eficaz la interacción de los tratamientos, T6, (variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.40 mts) T1, (Variedad Loman con un nivel de aporque de 0.20 mts), T5, (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.30 mts), T7 (Variedad Soloman con un nivel de aporque de 0.20 mts) y T4 (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.20 mts) al momento de la producción en el campo ya que dan un rendimiento aceptable. Tomando en cuenta que el nivel adecuado de siembra de la variedad Soloman es de 2,400 msnm, presenta buenos resultados ya que es una variedad muy aceptada en el mercado y se tiene semilla adaptada a la altura.

## 7.2. DIÁMETRO POLAR Y ECUATORIAL

### 7.2.1. Diámetro polar

Se muestrearon 10 plantas por parcelas pequeñas, en donde se midió el diámetro polar en cm, de los tubérculos, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 8. Diámetro polar en cm, de las tres variedades del cultivo de papa y diferentes alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	REPETICIONES				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	5	7	7	7	6
T2	6	6	6	7	6
T3	6	6	6	6	6
T4	6	5	6	6	6
T5	7	6	7	6	6
T6	6	6	6	6	6
T7	6	6	6	6	6
T8	6	7	6	6	6
T9	6	6	6	7	6

En el cuadro 8, se detalla los diámetros polares en cm, de cada variedad en promedios, en la cual no hay variación, para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos se realizó el ANDEVA, ya que solo se estaban evaluando diferentes niveles de aporque en tres variedades del cultivo de papa y se tiene similares características fenológicas del cultivo y al no estar evaluando otro factor como es fertilidad no fue afectado el tamaño en si del tubérculo.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el diámetro polar en centímetros, para las tres variedades del cultivo de papa, y diferentes alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Calculada	F Tabulada
Bloques	3	0.555542	0.185181	0.4878	5% 1%
Factor A	2	0.166626	0.083313	0.2195 NS	5.143 10.925
Error A	6	2.277832	0.379639		
Factor B	2	0.500000	0.250000	1.0800 NS	3.555 6.013
Interacción AXB	4	1.333374	0.333344	1.4401 NS	2.928 4.579
Error B	18	4.166626	0.231479		
Total	35	9.00000			

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

**C.V 7.80%**

El coeficiente de variación fue de 7.80% lo que indica que el diseño experimental fue manejado adecuadamente, pero el cuadro nueve permite ver los resultados en que no hay diferencia estadística para el factor A, B y AxB.

**7.2.2. Diámetro ecuatorial**

En el campo se procedió a medir diámetro ecuatorial en centímetro, de los tubérculos de papa con el instrumento vernier, de las tres variedades del cultivo de papa y los tres niveles de aporque.

Cuadro 10. Diámetro ecuatorial en centímetro, de las tres variedades de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	3	4	4	4	4
T2	4	4	4	4	4
T3	4	4	4	4	4
T4	5	5	5	5	5
T5	6	5	5	5	5
T6	5	5	6	5	5
T7	4	4	4	4	4
T8	4	4	4	4	4
T9	4	4	4	5	4

En el cuadro 10. Observa que los tratamientos cuatro, cinco y seis tienen un promedio de cinco centímetros, siendo estos tratamientos (variedad Tollocan con niveles de aporque 0.20 mts, 0.30 mts y 0.40 mts) que a diferencia de las otras dos variedades, el tubérculo tiene forma oblonga a redonda que da un resultado de cinco centímetros al ser medido, al no verse diferencia entre los niveles de aporque se procedió a realizar el ANDEVA.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial, de las tres variedades del cultivo de papa, cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.5%	F.1%
Bloques	3	0.111084	0.037028	0.3076		
Factor A	2	11.055542	5.527771	45.9226 **	5.14	10.9
Error A	6	0.722229	0.120371			
Factor B	2	0.388916	0.194458	1.6155 NS	3.56	6.01
Interacción AXB	4	0.111084	0.027771	0.2307 NS	2.93	4.58
Error B	18	2.166687	0.120371			
Total	35	14.555542				

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

**C.V = 7.9050%**

El coeficiente de variación obtenido fue de 7.90%, lo cual indica que la investigación fue manejada adecuadamente. El ANDEVA indica que existe diferencia altamente significativa en lo que es el Factor A que le corresponde a las variedades, en este caso no así para el factor B y las interacciones, la variedad Tollocan; es diferente a las otras variedades por la forma del tubérculo que es oblongada o redonda. Por lo que se procedió a realizar la prueba de media de tukey para determinar que variedad fue el mejor.

Cuadro 12. Prueba de diferencia significativa de medias del factor A (Variedades) diámetro ecuatorial en las tres variedades del cultivo de papa; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Factor A Variedades	Tukey 5% Media
Tollocan	5 A
Loman	4 B
Soloman	4 B

Tukey: 0.6262

Al realizar la prueba de tukey al 5%, estadísticamente indica que sí existen dos grupos estadísticos en relación a las variedades donde se observa que la variedad Tollocan es diferente en diámetro ecuatorial en comparación de las otras dos, variedades, mientras que las variedades Soloman y Loman son iguales ya que su característica fenológica es más alargada (polar) en comparación a la variedad Tollocan.



### 7.3. GROSOR DEL TALLO

Cuadro 13. Grosor de tallo en cm, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	1.03	1.05	1.09	1.08	1.06
T2	0.95	0.99	0.99	0.95	0.97
T3	1.06	1.16	1.02	1.02	1.06
T4	1.51	1.44	1.42	1.43	1.45
T5	1.41	1.44	1.42	1.42	1.42
T6	1.39	1.48	1.43	1.47	1.44
T7	0.93	0.87	0.9	0.9	0.90
T8	0.93	0.91	0.98	0.98	0.95
T9	0.93	0.94	1	1	0.96

Cuadro 13, se presentan los resultados obtenidos al momento de medir el grosor de tallo en cada uno de los tratamientos evaluados, donde indica que el tratamiento cuatro (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.20 mts), es el mayor en grosor con 1.45 centímetros, en comparación a los demás pero seguido por el tratamiento seis (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.40 mts), que tiene 1.44 y al mismo tiempo con un resultado el tratamiento cinco (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.30 mts), con 1.42, lo cual da muy poca diferencia entre ellos por ello es necesario poder determinar el mejor y para ellos se realizó el ANDEVA.

Cuadro 14. Análisis de varianza ANDEVA para la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; Cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Calculada	F. 5%	F.1%
Bloques	3	0.001263	0.000421	0.2199		
Factor A	2	1.690311	0.845156	441.4862 **	5.143	10.925
Error A	6	0.011486	0.001914			
Factor B	2	0.011707	0.005854	4.2750 *	3.555	6.013
Interacción AXB	4	0.023174	0.005794	4.2312 *	2.928	4.579
Error B	18	0.024647	0.001369			
Total	35	1.762589				

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

### C.V. 3.25%

El coeficiente de variación fue de 3.25%, lo cual indica que la investigación fue manejada adecuadamente. El ANDEVA indica que existe diferencia estadística altamente significativa en lo que es el Factor A que corresponde a las variedades, significancia para los niveles de aporque Factor B y al mismo tiempo indica que existe significancia estadística en la interacción de AXB que consiste en los tratamientos evaluados; por lo que se procedió a realizar la prueba de medias utilizando el método de tukey para determinar que tratamiento fue el mejor.

Cuadro 15 Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Variedades	Tukey 5%
Tollocan	1.4383 A
Loman	1.0325 A
Soloman	0.9391 A

Tukey: 1.6594

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, estadísticamente indica que no existe diferencia estadística en relación a las variedades; donde indica que la variedad Tollocan es superior en grosor de tallo en comparación de las otras dos, pero al mismo tiempo es estadísticamente igual a las otras variedades al establecerse en el área de producción, habiéndose formado en grupo.

Cuadro 15 Prueba de Tukey al 5% para los niveles de aporque evaluadas en la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Aporques	Tukey 5%	
0.40	1.1583	A
0.20	1.1375	A
0.30	1.1141	A

Tukey: 0.0668

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, se observa que solo se formó un grupo "A" siendo iguales los tratamientos (aporque).

Cuadro 16 Prueba de Tukey al 5% interacción AxB (tratamientos) en la variable respuesta grosor de tallo, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	Tukey 5%	
4	1.4500	A
6	1.4425	A
5	1.4225	A
3	1.0650	B
1	1.0625	B
2	0.9700	B
9	0.9675	B
8	0.9500	B
7	0.9000	B

#### **Tukey 0.1888**

En el cuadro 16, se observa que todos los tratamientos están divididos en dos grupos en el primero el más importante es el tratamiento cuatro (variedad Tollocan con un nivel de aporque de 20 cm) que es superior en grosor de tallo en comparación a los demás tratamientos, pero estadísticamente igual a los tratamientos seis y cinco, pero diferentes al resto de tratamientos que son estadísticamente iguales.

#### 7.4. ALTURA DE PLANTA

Cuadro 17. Altura de planta en mts, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	Repeticiones				Promedios
	I	II	III	IV	
T1	50	43	45	44	45
T2	49	49	45	46	47
T3	49	49	45	48	48
T4	67	56	67	66	64
T5	61	66	62	59	62
T6	68	71	70	67	69
T7	40	41	45	40	41
T8	50	41	55	46	48
T9	44	39	39	51	43

Cuadro 17. presenta los resultados obtenidos al momento de medir la altura media de la planta en cada uno de los tratamientos evaluados, donde indica que el tratamiento seis (Variedad Tollocan con una altura de aporque de 0.40 mts) es el de mayor altura con 69 centímetros, en comparación a los demás pero seguido por el tratamiento cuatro (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.20 mts) que tiene 64 centímetro y al mismo tiempo con un resultado el tratamiento cinco (Variedad Tollocan con un nivel de aporque de 0.30 mts) con 62 centímetros de altura, lo cual da muy poca diferencia entre ellos por ello es necesario poder determinar el mejor y para ellos se realizó el ANDEVA

Cuadro 18. Análisis de ANDEVA para la variable respuesta alturas de planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Calculada	F.5%	F.1%
Bloques	3	32.75	10.91667	0.8871		
Factor A	2	3069.054688	1534.527344	124.6976 **	5.143	10.925
Error A	6	73.835938	12.305989			
Factor B	2	56.718750	28.359375	1.7745 NS	3.555	6.013
Interacción	4	148.945313	37.236328	2.33 NS	2.928	4.579
Error B	18	287.664063	15.981337			
Total	35	3668.96875				

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

**C.V. = 7.59%**

El coeficiente de variación obtenido fue de 7.59%, lo cual indica que la investigación fue manejada adecuadamente. El ANDEVA indica que existe diferencia altamente significativa en lo que es el Factor A que corresponde a las variedades; no así para el factor "B" y la interacción por lo que se procedió a realizar la prueba de media de tukey para determinar que variedad fue el mejor.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable respuesta altura de planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016

Variedades	Media	Tukey 5%
Tollocan	65	A
Loman	46.66	B
Soloman	44	B

Tukey 6.3319

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, se observa que se formaron dos grupos, en el "A" la variedad Tollocan y el B, las variedades Loman y Soloman, estadísticamente indica que, si existe diferencia en relación a las variedades donde indica que la variedad Tollocan es superior en altura de planta en comparación de las otras dos, que son estadísticamente iguales.

## 7.5. NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Cuadro 20. Rendimiento de número de tubérculos por planta para las tres variedades e papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1	18	8	16	11	13
T2	16	13	16	15	15
T3	10	11	14	15	12
T4	12	10	9	9	10
T5	11	11	8	7	9
T6	12	14	10	14	12
T7	15	15	18	14	16
T8	15	14	10	15	14
T9	13	18	20	10	15

El cuadro 20, presenta los resultados obtenidos al momento de medir el rendimiento de número de tubérculos en cada uno de los tratamientos evaluados, donde indica que el tratamiento siete (Variedad Soloman con una altura de aporque de 0.20 mts) con un rendimiento de 16 tubérculos por planta, en comparación a los demás pero seguido por el tratamiento T2 (Variedad Loman con una altura de aporque de 0.30 mts) y T9 (Variedad Soloman con una altura de aporque de 0.40 mts) que tienen 15 tubérculos por planta y al mismo tiempo con un resultado similar el tratamiento ocho con 14 tubérculos por planta, lo cual da muy poca diferencia entre ellos, por ello es necesario poder determinar el mejor y para ellos se realizó el ANDEVA.

Cuadro 21, ANDEVA para la variable respuesta tubérculos por planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Calculada	F.5%	F.1%
Bloques	3	10.972168	3.657389	0.3671		
Factor A	2	110.888672	55.444336	5.5650 *	5.143	10.925
Error A	6	59.777832	9.962972			
Factor B	2	4.222168	2.111084	0.2846 NS	3.555	6.013
Interacción AXB	4	41.611328	10.402832	1.4026 NS	2.928	4.579
Error B	18	133.5	7.416667			
Total	35	360.972168				

NS: no significancia; \*\*: altamente significativo; \*: significativo

**C.V = 20.99%**

El coeficiente de variación obtenido fue de 20.99%, lo cual indica que la investigación fue manejada adecuadamente. El ANDEVA indica que existe diferencia significativa en lo que es el Factor A que corresponde a las variedades; no así para las repeticiones y la interacción, por lo que se procedió a realizar la prueba de media de Tukey para determinar que tratamiento fue el mejor.

Cuadro 22. Prueba de Tukey al 5% para las variedades evaluadas en la variable respuesta tubérculos por planta, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Variedades	Tukey 5%	
Soloman	15.00	A
Loman	13.33	A
Tollocan	10.33	A

Tukey 5.6973



Al realizar la prueba de Tukey al 5%, esta indica que no existe diferencia estadística en relación a las variedades; la variedad Soloman es superior en número de tubérculos en comparación de las otras dos, pero al mismo tiempo la variedad Loman y variedad Tollocan son iguales a la anterior, indicando que el comportamiento de las variedades en cuanto a número de tubérculos en el campo de producción es similar en desarrollo y producción de los mismos.

## 7.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 23. Comparación de rentabilidad para cada tratamiento evaluado, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Rentabilidad %
T1	15036.83	69.65
T2	11045.17	25.18
T3	11875.83	29.56
T4	13941.75	-4.64
T5	14172.33	-3.10
T6	16323.17	6.96
T7	14052.00	31.05
T8	10876.67	1.81
T9	11900.33	7.08

En el cuadro 23 se detalla la rentabilidad en comparación al rendimiento obtenido por tratamiento evaluado, donde el tratamiento uno (variedad Loman con nivel de aporque de 0.20 metros) es el superior en comparación a los demás tratamientos con una rentabilidad de 69.65%, seguido por el tratamiento siete (variedad Soloman con nivel de aporque de 0.20 metros), y así hasta obtener la menor rentabilidad de -3.10% del tratamiento cinco (variedad Tollocan con nivel de aporque de 0.30 metros).

## 7.7. RESUMEN DE LAS VARIABLES RESPUESTA

Cuadro 23. Resumen de las variables respuesta para cada tratamiento, para las tres variedades de papa y alturas de aporque; cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

Variedades	Tratamientos	cms	A	B	C	D	E	F	Análisis económico %
Loman	T1	20	15036.83	6	4	1.06	45	13	69.65
	T2	30	11045.17	6	4	0.97	47	15	25.18
	T3	40	11875.83	6	4	1.06	48	12	29.56
Tollocan	T4	20	13941.75	6	5	1.45	64	10	-4.64
	T5	30	14172.33	6	5	1.42	62	9	-3.10
	T6	40	16323.17	6	5	1.44	69	12	6.96
Soloman	T7	20	14052.00	6	4	0.9	41	16	31.05
	T8	30	10876.67	6	4	0.95	48	14	1.81
	T9	40	11900.33	6	4	0.96	43	15	7.08

**A= rendimiento kg/ha B= Diámetro Polar C= Diámetro ecuatorial D= Grosor del tallo E= Altura de planta F= Numero de tubérculo por planta**

En el cuadro 23, la variedad tollocan en el tratamiento T6 es superior en rendimiento con 16,323.17 kg/ha teniendo un rendimiento superior de 1286.34 kg/ha en comparación al tratamiento T1 con una rentabilidad económica de 6.96 %, comparado el tratamiento T1 tiene una diferencia superior este tratamiento con una rentabilidad de 69.65% dando una diferencia grande de 62.69% de rentabilidad, por ello se indica que el mejor tratamiento es el T1 (Loman más 0.20 m de aporque) con un rendimiento de 15036.83 kg/h y así seguido por el tratamiento siete (Soloman más 0.20 m de aporque) dando una rentabilidad de 31.05%, un rendimiento de 14052 kg/ha, siendo estas las más importantes en relación a los demás tratamientos.

## 8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la prueba de medias en rendimiento kg/ha. El tratamiento número seis (variedad tollocan), con un aporque de 0.40 mts de altura, obtuvo un rendimiento de 16,323.17 kg/ha, siguiendo el tratamiento uno, que corresponde a la variedad Loman, con un rendimiento de 15,036.83 kg/ha, con una altura de aporque de 0.20 metros, según el análisis de varianza, no existe diferencia estadística entre variedades y altura de aporque, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa uno.

De las tres variedades no se obtuvo diferencia estadísticamente en el diámetro polar, pero si en el diámetro ecuatorial, que fue la variedad Tollocan, ya que los tubérculos tienen forma oblonga o redonda que alcanzo un diámetro ecuatorial de cinco cm, superior a las otras variedades. Se acepta la hipótesis alternativa dos.

En el grosor de tallo sí hubo diferencia estadística del factor A, la variedad tollocan es representativa a las otras variedades en el grosor de tallos, pero que la variedad Loman también es superior a la variedad Soloman, todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Por lo que se rechaza la hipótesis alternativa tres.

En cuanto a la variable respuesta altura de planta existe diferencia altamente significativa la variedad Tollocan es superior a las demás, mientras que las variedades Loman y Soloman son iguales entre si. Por lo que se rechaza la hipótesis cuatro.

En cuanto al número de tubérculos por planta, no existió diferencia estadística entre las variedades. Por lo que se rechaza la hipótesis alternativa cinco.

En cuanto a la rentabilidad económica la variedad Loman T1 con una rentabilidad de 69.65% rendimiento en campo fue de 15036.83 kg/ha, la variedad tollocan en el tratamiento T6 es superior en rendimiento con 16,323.17 kg/ha teniendo un rendimiento superior de 1286.34 kg/ha en comparación al tratamiento T1 con una rentabilidad económica de 6.96 %, comparado el tratamiento T1 tiene una diferencia superior este tratamiento con una rentabilidad de 69.65% dando una diferencia grande de 62.69% de rentabilidad.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda para las futuras investigaciones, investigar para las tres variedades las épocas donde se puede realizar el aporcado, por las características fenológicas que tiene cada variedad.

Se recomienda que en las variedades Loman y Soloman aplicar un nivel de aporque de 30 cm o mayor, para prevenir que los tubérculos se expongan al sol ya que en rentabilidad económica es alto como también en rendimiento en campo, un aporque de 20 cm los tubérculos se exponen al sol y es más afectado por larvas de palomilla.

Se recomienda realizar un análisis de suelo siempre que sea factible para el productor, antes de la siembra para determinar los nutrientes requeridos por el cultivo de esa manera establecer un plan de manejo de fertilización de acuerdo al área, para incrementar los rendimientos.

Se recomienda utilizar semillas mejoradas, para obtener mejores rendimientos, ya que la semilla utilizada por el agricultor son artesanales que estas están infestadas por diversas enfermedades.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, K. (2003). *The many faces of Sylibum marianum (Milk thistle) part 1 treating cancer an hyperlipidemia an restoring kidney function*. Alternative & complementary Therapies.
- Aguirre , P. (2013). *Evaluación del efecto de cuatro profundidades de siembra en la producción de semilla de papa (Solanum tuberosum L. var. Fripapa)*. Recuperado el 16 de Agosto de 2014, de Espotch: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2197/1/13T0742%20CALDERON%20FERNANDA.pdf>
- Bartolomín, M. O. (2012). *Eficiencia Aagronomica Relativa de tres abonos orgánicos en la consetracion de aceite esencial en el cultivo de orégano (Origanum vulgare; LAMIACEAE)*. Guatemala: Universidad Rafael Landivar.
- Bolaños, X., & Mesa, J. (2001). *Evaluación del efecto de diferentes densidades de población con aporque desde la siembra, sobre la producción de Papa criolla (Solanum phureja Juz. et Buk)*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de Estación Experimental ICA: [http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/27054/s2d74C4AD0AE6330D44AFDE28A57B00BF02\\_1.pdf](http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/27054/s2d74C4AD0AE6330D44AFDE28A57B00BF02_1.pdf)
- Cáceres, A. (2000). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Guatemala: Univesitaria, USAC.
- Chávez, I. (2005). *Comparación de dos programas de fertilización en el cultivo de la papa*. Recuperado el 09 de Septiembre de 2014, de USAC: <http://bvc.cea-atitlan.org.gt/87/1/Chavez%20fertilizacion%20papa.pdf>
- Díaz, E. (2010). *Evaluación del efecto de cuatro momentos de aporque y tres distanciamientos de siembra, sobre la calidad de Pak Choy (Brassica rapa) cultivado a campo abierto, en el centro de producción agrícola San Ignacio*. Ciudad de Guatemala: Universidad Rafael Landívar 52 p.

- Fonnegra, R. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Franco, J. (Septiembre de 2002). *Cultivo de la papa en Guatemala*. Recuperado el 09 de Septiembre de 2014, de Cultivo de la papa en Guatemala: <http://www.icta.gob.gt/hortalizas/cultivoPapa3.pdf>
- Fundacion Solar y Asociación, Q. (2001). *Manual sobre cultivo, uso y preparacion de plantas medicinales*. Guatemala: Fundacion Solar y Asocociación, Q´omaneel.
- Garcia, E. (2012). Plan de manejo cultivo papa. *Proyecto Agricultura para las Necesidades Basicas*, Pp. 14. Obtenido de Plan de manejo cultivo papa .
- Gonzales , E. (2016). *Fortalecimiento de las capacidades de consorcios locales de investigacion agricola*. Qutzaltenango: Informe Agrocadena papa Occidente .
- Gonzales , J. (2000). *Incidencia de aporque, sobre la Papa Criolla (Solanum phureja Just et Buk) bajo tres densidades de siembra en dos localidades*. Recuperado el 14 de Agosto de 2014, de COORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES: <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/27061/00027063.pdf>
- Hevia, F. (2007). *Calidad de Cardo Mariano (Silybum marianum (L.) Gaertn.) Cosechado en diferentes estados fenológicos* . Chile: Universidad de Concepción .
- Hurtado, R. y. (2002). *La Papa. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal*.
- Joseph. (2007). *Weeds Of California and Other Western States*. California: UCANR.
- Kreuter, L. (2005). *Jardín y huerto biológicos*. España: Mundi-Prensa.
- Latino, G. (2005). *Manual de cultivos orgánicos y alelopatía*. Colombia: D'vinni S.A.
- Leon, C. I. (2012). *Caracterizacion de las especies botanicas, utilizadas popularmente como cardo mariano en Guatemala* . Guatemala: Universidad de San Carlos .

- León, D. B. (2010). *Evaluación de Fertilización Orgánica en la Producción de biomasa y Aceite Esencial en el Cultivo de la Ruda Ruta Chalapensis, (Rutaceae, Sapindales), en Nebaj Quiche*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar .
- López, E. (2008). *Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en la agronomía*. Recuperado el 16 de agosto de 2014, de Universidad de San Carlos de Guatemala: [http://issuu.com/byrong/docs/disenio\\_y\\_analisis\\_experimentos](http://issuu.com/byrong/docs/disenio_y_analisis_experimentos)
- López, R. (2004). *Evaluación de dos diferentes fuentes de lombricompost y una de abono orgánico tipo Bokashi en el rendimiento de la papa en San Lucas Sacatepéquez*. Ciudad de Guatemala: Universidad Rafael Landívar 64 p.
- M.A.G.A. (2002). *Informacion Geográfica,. Guatemala : Ministerio de Agricultura, Ganderia y Alimentacion*. Guatemala: MAGA.
- MAGA. (2002). *Informacion Geográfica,. Guatemala : Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*.
- Martínez, C. (2000). *Lombricultura y Agricultura sustentable*. México: Futura.
- Matheus. (2007). *Eficiencia agronómica relativa e tres abonos organicos* . Perú : Laboratorio de investigacion de suelos .
- Mejía, L. (2002). *Abono organico manejo y uso en el cultivo de cacao*. Colombia: Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria.
- Meléndez. (2003). *Residuos orgánicos y materia organica del suelo*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica Centro de investigacion Agronómicas .
- Mollinedo, R. (2014). *Evaluación de tres programas de fertilización en el cultivo de la Papa en tres localidades de Alta Verapaz*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad Rafael Landívar 96 p.
- Moposita, D. (2011). *Evaluación de sistemas de labranza, uso de suelo y fertilización en el cultivo de papa (Solanum tuberosum)*. Recuperado el 16 de Agosto de 2014, de [www.ica.org/ARCHIVOS/pap/1202.pdf](http://www.ica.org/ARCHIVOS/pap/1202.pdf)

- Morales, E. (2008). *Evaluación agronómica del efecto en el rendimiento del cultivo de la Papa mediante la aplicación de tres abonos orgánicos en dos dosis, en la zona fría de San Agustín Acasaguastlan, El Progreso*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar 51 p.
- Pahlow, M. (2005). *El gran libro de las plantas medicinales*. Everest S.A.
- Pamplona, J. (2001). *Enciclopedia de las plantas medicinales*. España: Safeliz, S.L.
- Revelo, M. (1968). *Represión química de malezas utilizando tres aporques en el cultivo de Papa, Tibaitata, Venezuela*. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias: <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/2400/2400.pdf>
- Ruesga, I. (2005). *Libro de experimentación agrícola*. Cuba: Universitaria .
- Sambucety, P. S. (2003). *Las plantas silvestres. Los remedios historicos dermatológicos* . España: Ibero-Latino-America .
- Sapón, J. I. (2008). *Evaluación del rendimiento de flor y aceite esencial de dos especies de manzanilla (Matricaria recutita) (Matricaria courrantiana), bajo tres dosis de fertilizante Bio-cofya, en el valle de Quetzaltenango*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar}.
- Sitún, M. (2005). *Investigacion Agricola*. Guatemala: ENCA.
- Solórzano. (1992). *La Soya: Su producción en Venezuela*. Venezuela.
- Torres, D., Tua, D., & Zamora, F. (2008). *Evaluaación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa*. Recuperado el 17 de Agosto de 2014, de Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at5803/pdf/zamora\\_f.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5803/pdf/zamora_f.pdf)
- Tzoc, M. T. (2009). *Adaptabilidad de cinco cultivos de plantas medicinales* . Solola: Universidad Rafael landivar .
- Vaquirio. (2010). *Gerencia, finanzas y proyectos*. Colombia: Phymes futuro.



Villalobos, F. (2002). *Fitotecnia: Bases y tecnología de la producción agrícola*. España: Mundi-prensa .

Zuloaga. (2008). *Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Missouri: Monographs in Systematic Botany.

## **11. ANEXO**

Anexo 1. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número uno para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	15037	Kilogramo	5.50	82,702.57
<b>Total Ingresos brutos</b>				<b>82,702.57</b>
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				<b>9,840.00</b>
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1444	Kilogramo	4.18	6,035.92
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	332	Unidad	2.50	830.00
<b>Total de costo variables</b>				<b>38,908.72</b>
Total de Egresos				48,748.72
Utilidad				33,953.85
Rentabilidad				69.65

Anexo 2. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número dos para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	11045	Kilogramo	5.50	60,748.44
<b>Total Ingresos netos</b>				60,748.44
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1444	Kilogramo	4.18	6,035.92
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	244	Unidad	2.50	610.00
<b>Total de costo variables</b>				38,688.72
Total de Egresos				48,528.72
Utilidad				12,219.72
Rentabilidad				25.18

Anexo 3. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número tres para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	11876	Kilogramo	5.50	65,317.07
<b>Total Ingresos brutos</b>				65,317.07
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	71	Jornal	80.00	5,680.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1444	Kilogramo	4.18	6,035.92
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	262	Unidad	2.50	655.00
<b>Total de costo variables</b>				40,573.72
Total de Egresos				50,413.72
Utilidad				14,903.35
Rentabilidad				29.56

Anexo 4. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número cuatro para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	13942	Kilogramo	3.08	42,940.74
<b>Total Ingresos brutos</b>				42,940.74
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	2.20	2,380.40
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	307	Unidad	2.50	767.50
<b>Total de costo variables</b>				35,190.70
Total de Egresos				45,030.70
Utilidad				-2,089.96
Rentabilidad				-4.64

Anexo 5. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número cinco para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	14172	Kilogramo	3.08	43,650.68
<b>Total Ingresos brutos</b>				43,650.68
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	2.20	2,380.40
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	313	Unidad	2.50	782.50
<b>Total de costo variables</b>				35,205.70
Total de Egresos				45,045.70
Utilidad				-1,395.02
Rentabilidad				-3.10

Anexo 6. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número seis para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tubérculos papa	16323	Kilogramo	3.08	50,275.46
<b>Total Ingresos brutos</b>				50,275.46
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
		Metro		
Arrendamiento de terreno	10000	cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	71	Jornal	80.00	5,680.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	2.20	2,380.40
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	360	Unidad	2.50	900.00
<b>Total de costo variables</b>				37,163.20
Total de Egresos				47,003.20
Utilidad				3,272.26
Rentabilidad				6.96



Anexo 7. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número siete para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tuberculos papa	14052	Kilogramo	4.40	61,828.80
<b>Total Ingresos brutos</b>				61,828.80
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	4.18	4,522.76
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	310	Unidad	2.50	775.00
<b>Total de costo variables</b>				37,340.56
Total de Egresos				47,180.56
Utilidad				14,648.24
Rentabilidad				31.05

Anexo 8. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número ocho para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tuberculos papa	10877	Kilogramo	4.40	47,857.48
<b>Total Ingresos brutos</b>				<b>47,857.48</b>
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
Arrendamiento de terreno	10000	Metro cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				<b>9,840.00</b>
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	48	Jornal	80.00	3,840.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	4.18	4,522.76
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpia	240	Unidad	2.50	600.00
<b>Total de costo variables</b>				<b>37,165.56</b>
Total de Egresos				47,005.56
Utilidad				851.92
Rentabilidad				1.81

Anexo 9. Análisis de costos de producción por hectárea, en el tratamiento número nueve para las tres variedades de papa y alturas de aporque en cantón Villa Nueva, Ixchiguán, San Marcos, 2016.

<b>Ingresos</b>	Cantidad	Unidad de medida	Precio/unidad Q	Total Q
Tuberculos papa	11900	Kilogramo	4.40	52,361.32
<b>Total Ingresos brutos</b>				52,361.32
<b>Egresos</b>				
<b>Costos Fijos</b>				
		Metro		
Arrendamiento de terreno	10000	cuadrado	0.84	8,400.00
Pago de Agua	72	Metro cubico	20.00	1,440.00
<b>Total costos fijos</b>				9,840.00
<b>Costos Variables</b>				
<b>Mano de Obra</b>				
Barbecho	46	Jornal	80.00	3,680.00
Zanjeo	46	Jornal	80.00	3,680.00
Aporque	71	Jornal	80.00	5,680.00
Defoliación	24	Jornal	40.00	960.00
Clasificación	48	Jornal	80.00	3,840.00
<b>Insumos</b>				
Semilla	1082	Kilogramo	4.18	4,522.76
Gallinaza	1810	Kilogramo	1.10	1,991.00
Triple 15	548	Kilogramo	4.84	2,652.32
Prevalor	8	Litro	190.00	1,520.00
Aspersores	24	Unidad	20.00	480.00
Manguera	1190	Metro	2.00	2,380.00
Ferti papa	548	Kilogramo	4.81	2,635.88
Potasio	8	Litro	130.00	1,040.00
Mancozeb 80 wp	2	Kilogramo	80.00	160.00
Prevalor	5	Litro	240.00	1,200.00
Curzate	16	Kilogramo	60.00	960.00
Bayfolan	16	Litro	60.00	960.00
Pita Plastica	159	Metro	0.40	63.60
Costal de arpía	262	Unidad	2.50	655.00
<b>Total de costo variables</b>				39,060.56
Total de Egresos				48,900.56
Utilidad				3,460.76
Rentabilidad				7.08