

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS
ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL
RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD
TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA.**

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

Por

ALEJANDRO YOSIMAR RACANCOJ QUIJIVIX

Como requisito previo a optar el título profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

QUETZALTENANGO, JULIO DE 2012

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

AUTORIDADES

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

CONSEJO DIRECTIVO

Directora General CUNOC Licda. María del Rosario Paz Cabrera
Secretario Administrativo Lic. César Haroldo Milian R.

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Dr. Oscar Arango B.
Lic. Teódulo Cifuentes

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES

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

DIRECTOR DE DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
TÉCNICO PROFESIONAL**

PRESIDENTE

Inga. Agr. Aura Hernández M.

EXAMINADORES

Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez L.

Ing. Agr. MSc. Henry López G.

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo

DIRECTOR DE DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

HONORABLE MESA DE PROTOCOLO Y ACTO DE JURAMENTACIÓN

De conformidad con las normas que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

"EVALUACIÓN DE 3 FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA".

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Alejandro Yosimar Racancoj Quijivix



Quetzaltenango, 29 de mayo de 2012

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

Ing. Alvarado

Por este medio me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que he procedido a la asesoría del estudiante ALEJANDRO YOSIMAR RACANCOJ QUIJIVIX, carné No. 200630691, quien con fines de Graduación ha presentado el trabajo de investigación titulado.

"EVALUACION DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS ELABORADOS A TRAVES DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, 2010."

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

Sin otro particular, me suscribo atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. Agr. Aura Hernández M.
Colegiada activa No. 4.232
Asesora



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

Quetzaltenango 04 de julio de 2012

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa
Director de División ciencia y Tecnología
CUNOC.

Atento me dirijo a usted para informarle que he finalizado la revisión final del trabajo de investigación titulado: "Evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos elaborados a través de biodigestores, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad tollocan, en aldea San Antonio, municipio de Ixchiguan, San Marcos, 2010." realizado por el estudiante Alejandro Yosimar Racancoj Quijivix, carné no. 200630691.

Dicho trabajo satisface los requerimientos de investigación establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala y por la carrera de Agronomía de este centro universitario, motivo por el cual me permito recomendarlo para su correspondiente aprobación.

Sin otro particular, atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Henry A. López G.
REVISOR

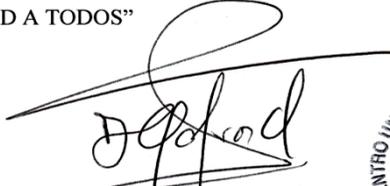


Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** _____
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 009-AGR-2012 de fecha once de julio del año dos mil doce del (la) estudiante: ALEJANDRO YOSIMAR RACANCOJ QUIJIVIX con Carné No. 200630691 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA _____, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: “EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGANICOS ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO IXCHIGUAN, SAN MARCOS 2010.”

Quetzaltenango, 11 de julio de 2012.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



ACTO QUE DEDICO

A DIOS PADRE, DIOS HIJO Y DIOS ESPÍRITU SANTO:

Por la vida que me ha regalado de igual manera por ser mi guía y dador de sabiduría en cada paso que eh dado, en especial para alcanzar este logro.

A SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA:

Por ser la buena Madre y protegerme con su manto sagrado en los momentos difíciles.

A MIS PADRES:

ISRAEL RACANCOJ GARCÍA
GLORIA ESTELA QUIJIVIX COTÍ DE RACANCOJ

Por ser bastión fundamental desde mis primeras letras hasta este logro de igual manera por sus sabios consejos, cariño y ante todo por su gran Amor que siempre me han demostrado.

A MIS HERMANOS:

JOSÉ MARTIN RACANCOJ QUIJIVIX
WALTER ISRAEL RACANCOJ QUIJIVIX

Por ser mis mejores amigos, por su cariño, apoyo y compañía que me han brindado en los buenos y malos momentos.

A MIS ABUELITOS:

GREGORIO RACANCOJ (Q.E.P.D.)
FLORENTINA GARCÍA DE RACANCOJ (Q.E.P.D.)
EMILIA COTÍ DE QUIJIVIX (Q.E.P.D.)

Por sus sabios consejos y cariño incondicional.

CELESTINO QUIJIVIX: Por su gran apoyo en todo momento que Dios lo bendiga hoy y siempre

A MIS TÍOS Y TÍAS:

Por su apoyo y cariño en todo momento.

A MIS PRIMOS:

Por su cariño incondicional.

A MIS AMIGOS DEL GRUPO CORO “ESPÍRITU SANTO”:

Doña Blanca Villagrán, Margarita, Evelyn, Emily, Jazmín, Kimberly, Karen, Yoselyn, Katy, Jennifer, Yesenia, Wilson, José, Edy, Auner, Eduardo, Kevin, Emmanuel, Carlos y Wilder.

Por su amistad y cariño incondicional en los buenos y malos momentos.

A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD:

Belbeth, Ligia, María, Carlos Maldonado, Carlos Chávez, Eddin, Luís, Jorge, Henry, Alejandro, Marvin, William, Sebastián, Selvin y Edilzar.

Por su amistad mostrada dentro y fuera de las aulas de la Universidad.

AGRADECIMIENTOS

A INSTITUCIÓN CARE GUATEMALA:

Por su apoyo para la elaboración del presente trabajo de graduación.

A INGA. AGRA. AURA HERNÁNDEZ:

Por su acertada asesoría para la elaboración del presente trabajo de investigación.

A ING. AGR. MSc. HENRY LOPÉZ:

Por aceptar ser revisor del presente trabajo de graduación.

A DRA. EUNICE LOPÉZ:

Por su apoyo en todo sentido y aceptar con gusto ser mi madrina de graduación.

A ING. AGR. SEBASTIÁN SUB:

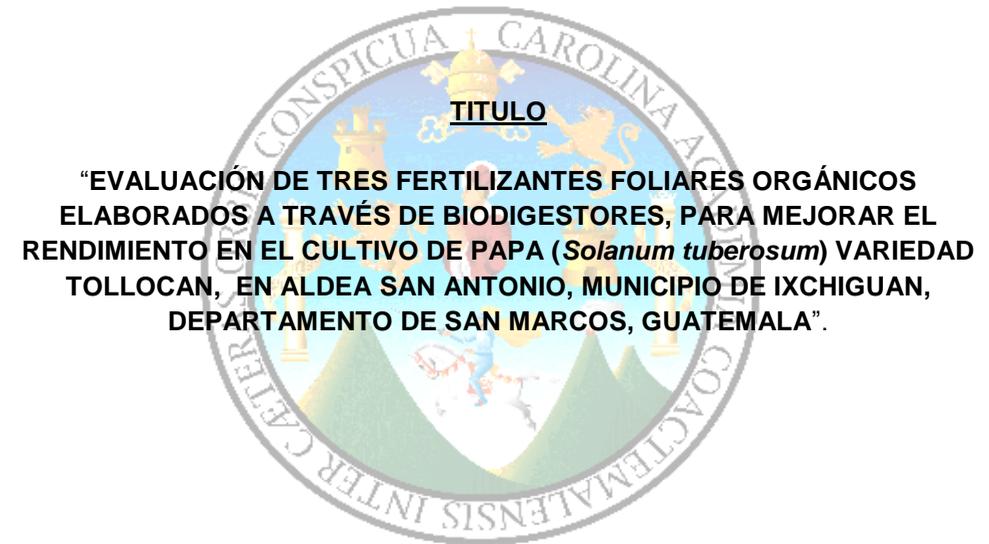
Por su apoyo y aceptar ser mi padrino de graduación.

A CATEDRÁTICOS DE LA CARRERA DE AGRONOMÍA DEL CUNOC:

Por los conocimientos brindados y forjados hacia mi persona.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

En donde me forje como profesional.



CONTENIDO	ÍNDICE	PÁGINA.
I. INTRODUCCIÓN		1
1.1. OBJETIVOS		3
1.1.1. General		3
1.1.2. Específicos		3
1.2. HIPÓTESIS		4
II. MARCO TEÓRICO		5
2.1. Que son fertilizantes foliares orgánicos		5
2.2. Uso de los fertilizantes foliares		5
2.3. Principales funciones de los fertilizantes foliares orgánicos		6
2.4. Preparación del biodigestor		6
2.5. Método de aplicación		7
2.6. Mecanismo de absorción foliar en las plantas		8
2.7. Precauciones		9
2.8. Recomendaciones sobre su uso		9
2.9. Ventajas del fertilizante foliar orgánico		9
2.10. Características del cultivo y la variedad		11
III. MATERIALES Y MÉTODOS		13
3.1. Descripción del área		13
3.1.1. Ubicación geográfica		13
3.1.2. Extensión y límites		14
3.1.3. Características Físico-Biológicas		14
3.1.3.1. Clima		14
3.1.4. Relieve y topografía		14
3.2. Recursos		14
3.2.1. Humanos		14
3.2.2. Físicos		15
3.2.3. Económicos		19
3.3. Metodología		20
3.3.1. Descripción de la Investigación		20
3.3.2. Descripción del Diseño Experimental		21
3.3.3. Descripción de los Tratamientos		23
3.3.3.1. Tratamiento 1. con estiércol de ganado bovino		23
3.3.3.2. Tratamiento 2. con estiércol de ganado porcino		24
3.3.3.3. Tratamiento 3. con estiércol de ganado avícola		25
3.3.3.4. Tratamiento 4. testigo relativo (bayfolan)		26
3.3.3.5. Tratamiento 5. testigo absoluto.		26
3.3.4. Descripción de Variables		27
3.3.4.1. Número promedio de tubérculos por planta		27
3.3.4.2. Calidad de tubérculo de acuerdo a peso por tratamiento		27
3.3.4.3. Rendimiento de producción		27
3.3.4.4.		27
3.3.5. Manejo de la investigación		28
3.3.6. Manejo agronómico		28
3.3.6.1. Preparación del terreno		28
3.3.6.2. Siembra		28
3.3.6.3. Riego		28
3.3.6.4. Control de malezas y calza		29
3.3.6.5. Fertilización		29
3.3.6.6. Control de insectos que atacan el follaje y tubérculos		29
3.3.6.7. Controles fitosanitarios		30
3.3.6.8. Cosecha		30
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		31
4.1. Número promedio de tubérculos por planta		31
4.2. Calidad de tubérculo de acuerdo a peso por tratamiento		33
4.3. Resultados de rendimiento total TM/HA		39
4.4. Análisis económico por el método de presupuestos parciales		44
4.4.1. Estimación de los precios de campo de los insumos		44
4.4.2. Costos que varían		44
4.4.3. Precio de campo del producto		45
4.4.4. Calculo de los rendimientos ajustados		46
4.4.5. Calculo de beneficios bruto y neto de campo		47
4.4.6. Análisis de dominancia		47
4.4.7. Calculo de la tasa de retorno marginal		48
4.4.8. Análisis de residuos		49
V. CONCLUSIONES		51
VI. RECOMENDACIONES		52
VII. BIBLIOGRAFÍA		53
VIII. ANEXOS		57
8.1. Fotografías del proceso de evaluación		57
8.2. Ficha de control de número promedio de tubérculos		62
8.3. Ficha de control calidad de tubérculos		63
8.4. Ficha de control rendimiento TM/HA		64

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Velocidad de Absorción de Nutrientes por las Hojas	8
CUADRO 2. . Resultados de número promedio de tubérculos por planta obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marco	31
CUADRO 3. . Análisis de varianza para la interpretación de los resultados de numero de tubérculos por planta obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en aldea san Antonio, Ixchiguán, San Marcos	32
CUADRO 4 Resultados de rendimiento (TM/HA) obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos	39
CUADRO 5. Análisis de varianza para la interpretación de los resultados de rendimiento TM/HA obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	40
CUADRO 6. Prueba de medias en el análisis de resultados con un nivel de 0.05 de probabilidad, para rendimiento TM/HA, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	41
CUADRO 7. Estimación de costos que varían, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	45

CUADRO 8. Calculo de rendimientos ajustados, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	46
CUADRO 9. Calculo de beneficio bruto y neto de campo, obtenido en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	47
CUADRO 10. Análisis de dominancia, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	48
CUADRO 11. Calculo de la tasa de retorno marginal, de acuerdo a los tratamientos T5, T2 Y T3, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	49
CUADRO 12. Análisis de residuos, de acuerdo a los tratamientos T5, T2 y T3 obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ruta de absorción foliar de nutrientes	8
--	---

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Media de número de tubérculos por plantas obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	33
--	----

GRÁFICA 2. Calidad obtenida de papa de primera, peso comprendido de 150 a 170 gramos de cada tratamiento, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos	34
GRÁFICA 3. Calidad obtenida de papa de segunda, peso comprendido de 100 a 149 gramos de cada tratamiento, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos	35
GRÁFICA 4. Calidad obtenida de papa de tercera, peso comprendido de 80 a 99 gramos de cada tratamiento, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos	37
GRAFICA 5. Calidad obtenida de papa de rechazo, peso comprendido de 79 gramos para atrás de cada tratamiento, obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos	38
GRÁFICA 6. Rendimiento TM/HA obtenidos en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos más un testigo relativo y un testigo absoluto, para mejorar el rendimiento en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad tollocan, en Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos.	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la aldea San Antonio, municipio de Ixchiguán, departamento de San Marcos, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando la variedad Tollocan.

La investigación consistió en evaluar tres fertilizantes foliares orgánicos, elaborados a través de biodigestores, incluyendo un testigo relativo y un testigo absoluto, elaborándose esta investigación con el fin de aportar tecnología a los agricultores la cual contribuya a eficientar sus recursos, logrando con la misma que los productores eleven los rendimientos y disminuyan gradualmente el uso intensivo de agroquímicos en el cultivo de papa.

Para el efecto se utilizó un arreglo en bloques completos al azar, constando el diseño de cuatro repeticiones y cinco tratamientos; las variables en estudio fueron tres siendo estas: número promedio de tubérculos, calidad de tubérculos de acuerdo a peso y rendimientos en TM/HA

Los resultados más sobresalientes fueron los siguientes: el mejor de los tratamientos fue el número 3 constituido por la aplicación de fertilizante foliar orgánico a base de estiércol de aves obteniéndose un rendimiento de 28.5 TM/HA; en lo que respecta al análisis económico por el método de presupuestos parciales, se determinó que el tratamiento número 3 fue también el más rentable estimándose la obtención de un residuo de Q. 40, 361.40 por hectárea.

I. INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales es una preocupación constante para todos los agricultores, el incrementar la calidad y cantidad de sus cosechas, así mismo mejorar y aumentar sus ingresos económicos; esto ha creado en los agricultores interés por conocer nuevas técnicas que los ayuden a mejorar los rendimientos en sus cultivos, manifestando que los agroquímicos no son eficaces afectando la calidad de la producción, acreditando esto a los fertilizantes foliares químicos, en especial a Bayfolan que es el producto que los agricultores utilizan regularmente en sus cultivos.

Frente a la problemática los agricultores han identificado como alternativa el uso de abonos foliares orgánicos a base de estiércoles, los cuales son accesibles y de alta disponibilidad en el área, sin embargo estos aún no han sido utilizados frecuentemente desconociendo sus efectos, por tal razón se hizo necesario realizar el presente trabajo de investigación, con el cual se ha evaluado la eficacia de tres fertilizantes foliares para mejorar rendimientos y calidades en el cultivo de papa, en la aldea San Antonio, del Municipio de Ixchiguán, San Marcos, siendo el mismo el principal cultivo de esta aldea.

Para la producción de los fertilizantes foliares orgánicos evaluados se utilizaron biodigestores, lo que ofreció grandes ventajas para el tratamiento de los desechos orgánicos de las explotaciones agropecuarias, pues además de disminuir la carga contaminante de las mismas, extrajo gran parte de la energía contenida en el material sin afectar (o inclusive mejorando) su valor fertilizante y controlando de manera considerable los malos olores.(18) Para la preparación de los fertilizantes foliares orgánicos se utilizaron insumos disponibles en las fincas como: el estiércol fresco de ganado vacuno, porcino y avícola, utilizando estos desechos orgánicos por la gran cantidad de nutrientes que estos presentan; con cada uno de estos estiércoles se elaboró

un fertilizante foliar diferente agregando a la mezcla agua, leche, panela y partes de plantas de frijol, esto para enriquecer los fertilizantes foliares orgánicos. (5)

La presente investigación se elaboró en el cultivo de papa por la importancia que éste tiene, tanto en el municipio de Ixchiguán como en el país; éste representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica y es generador de empleo, especialmente en el altiplano occidental del país. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación que una familia de seis miembros consume diariamente.

De acuerdo a “La papa en cifras”, editado por el ICTA en febrero del 2008, (20) se establece que para 2007, en Guatemala se plantaron aproximadamente 12,962 hectáreas, y se produjeron 296,418 toneladas métricas. Se estimó que para ese año se produjo con un promedio de 24.78 TM/HA promedio superior al estimado para Centroamérica y el Caribe, establecido por FAO para el año 2010 (22.7 TM/HA de papa). Esta actividad generó 3, 878,678 jornales. (20)

Con la presente investigación, se han obtenido resultados de especial importancia pues se ha generado información útil para que los productores de papa puedan mejorar la calidad y rendimiento de sus cultivos.

La presente evaluación se realizó en los meses de agosto a diciembre del año 2011, en la Aldea San Antonio, Municipio de Ixchiguan, San Marcos, con el grupo de paperos denominado “las hogareñas”.

1.1. OBJETIVOS.

1.1.1. GENERAL:

- Contribuir con el grupo organizado de la Aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos, a mejorar los rendimientos de producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad Tollocan.

1.1.2. ESPECÍFICOS:

- Determinar los efectos de tres fertilizantes foliares orgánicos sobre la calidad de papa (*Solanum tuberosum*) en base a tamaño y peso.
- Evaluar la eficacia de tres fertilizantes foliares orgánicos, para mejorar rendimiento de producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)
- Evaluar la rentabilidad de los fertilizantes foliares orgánicos, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

1.2. HIPÓTESIS

H. NULAS.

Ho. 1. Ninguno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar producirá tubérculos de calidad de acuerdo a peso medido en gramos

Ho. 2. Ninguno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar será eficaz para mejorar o elevar los rendimientos de producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad Tollocan.

Ho. 3. Ninguno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar, aumentará los ingresos económicos con respecto al testigo relativo (Bayfolan) y al testigo absoluto.

H. ALTERNATIVAS.

Ha. 1. Al menos uno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar producirá tubérculos de calidad de acuerdo a peso medido en gramos.

Ha. 2. Al menos uno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar presentara eficacia en la elevación de los rendimientos de producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad Tollocan.

Ha. 3. Al menos uno de los tres fertilizantes foliares orgánicos a evaluar, aumentará los ingresos económicos con respecto al testigo relativo (Bayfolan) y el testigo absoluto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. QUE SON FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS.

Es una fuente natural de aminoácidos, más asimilables para las plantas por sus elementos nutricionales, que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico o nylon (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La producción de fertilizante foliar orgánico (F.F.O.) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usan insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto de 1 - 4 meses.

El F.F.O. es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, leche, entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico.

Además, en la producción de F.F.O. se puede añadir a la mezcla plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos plagas. (5)

La fermentación anaeróbica del F.F.O. varía según la estación del año y lugar, según la temperatura del medio ambiente o presión atmosférica.

Por ejemplo la fermentación del F.F.O. en los meses de verano es más rápida (1-2 meses) y en el invierno es lenta (2-4 meses) (5)

2.2. USO DE LOS FERTILIZANTES FOLIARES

El abono F.F.O. puede ser utilizado para múltiples cultivos, sean de ciclo corto, bianuales o perennes, cultivados, plantas ornamentales, etc. Así también algunas gramíneas, raíces, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, tubérculos, con aplicación dirigidas al follaje.

Se emplea F.F.O. para la recuperación pronta de las plantas dañadas después de las heladas y granizadas.

La hora de recomendación para aplicar este F.F.O. es de 8 a 10 Hrs. y de 15 a 18 hrs, y posteriormente de la aplicación es recomendable regar las plantas para evitar quemadura. (5)

2.3. PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, sirve para los siguientes procesos fisiológicos.

- Acciona sobre la floración
- Acciona sobre el follaje
- Acciona sobre la raíz

2.4. PREPARACIÓN DEL BIODIGESTOR

- Elegir terreno plano sin pendiente y limpio, además debe ser un lugar seguro, fuera del alcance de los niños, animales (roedores, gallinas, perros, gatos, etc.) (5)
- Extender y cortar el plástico de 8m de longitud, doblar en dos para obtener un biodigestor de 4m de largo.
- Cortar tubo PVC de 40 cm cada uno.
- Cortar en bisel botella plástica no retornable, empezando por la mitad.
- Empalmar botella plástica no retornable cortada y el tubo PVC utilizando pegamento PVC.

RELACIÓN DE AGUA Y ESTIÉRCOL

- Al final de preparación de insumos completar con agua, en relación de 3 partes de agua por 1 de estiércol.
- Una vez lleno el biodigestor amarrar con jebe el tubo y el descartable al extremo del biodigestor.
- En ambos extremos colocar estaca y asegurar en las estacas amarrando con tira de jebe.(5)

LIBERACIÓN DE GAS

- Llenar en un galón y conectar con manguera al biodigestor, para que se libere gas durante la fermentación anaeróbica del F.F.O.(5)

SOMBRA

Cuando el biodigestor comienza a fermentar, empieza a liberar gas por la manguera, se recomienda poner una sombra o tinglado sobre el biodigestor y cuidar de que la manga de plástico no se haga huecos, de tal manera que puede servir para las siguientes preparaciones de F.F.O.(5)

2.5. MÉTODO DE APLICACIÓN:

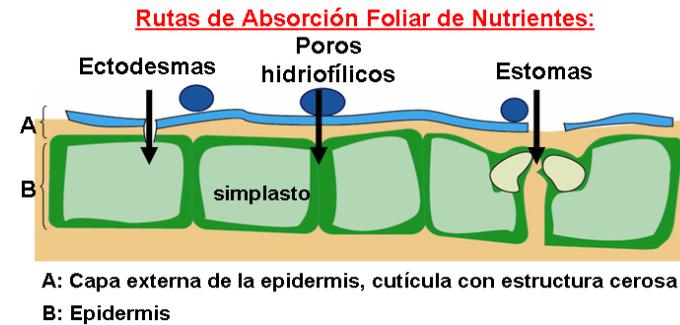
Su aplicación con parte efluente puede ser dirigidos al follaje, y con el lodo se puede aplicar al suelo, a la semilla y/o a la raíz. Se debe aplicar foliar antes de la floración, que de acuerdo a la variedad sembrada que en este caso fue Tollocan fue de 55-60 días su floración, así que la primera aplicación de los F.F.O. fue a los 50 días después de la siembra, y la segunda fue a los 80 días después de la siembra. Se aplicó 0.5lts de F.F.O. por 1 bomba de agua. (10)

2.6. MECANISMOS DE ABSORCIÓN FOLIAR EN LAS PLANTAS

Las plantas pueden absorber nutriente vía foliar, por tres rutas posibles:

1. a través de los estomas
2. a través de los ectodermos
3. a través de la cutícula

Figura 1. RUTA DE ABSORCIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES



Fuente: Producción de Biol, abono líquido natural y ecológico Perú (5)

Cuadro 1

Velocidad de Absorción de Nutrientes por las Hojas:

NUTRIENTE	TIEMPO REQUERIDO PARA ABSORBER 50%	
	Horas	Días
N	1-6	
P		1-5
K	10-24	
Ca		1-2
Mg	2-5	
Fe		1 (8% absorción)
Mn		1-2
Zn		1-2

Fuente: Producción de Biol, abono líquido natural y ecológico Perú (5)

2.7. PRECAUCIONES

- La sobre dosis puede causar la quemadura en el follaje y puede marchitarse la planta y llegar a muerte de plantas.
- El lugar debe ser limpio, a este término se refiere a que no deben haber materiales que no se usaran en la investigación, y debe ser un lugar protegido de los animales (perros, gatos, gallinas, roedores, etc.) (5)

2.8. RECOMENDACIONES SOBRE SU USO

- Los residuos pastosos extraídos periódicamente de un digestor, puede aplicarse directamente y húmedos a un cultivo; o puede ser almacenado en fosas y/o ser secado al sol para aplicarse periódicamente, este material tiene más valor como abono por unidad de peso por lo que su uso más recomendable para campos alejados.
- El efluente líquido debe ser utilizado en campos cercanos al biodigestor, directamente o con el agua de riego.
- El efluente líquido también ha sido utilizado para estimular el crecimiento de pastos en la estabilización de los taludes de canales.(5)
- El tiempo de vida útil del fertilizante foliar orgánico envasado oscila entre los 6 a 8 meses dependiendo la temperatura del lugar de almacén. (7)

2.9. VENTAJAS DEL FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO

- Acelera el crecimiento y desarrollo de la plantas.
- Mejora la producción y productividad de las cosechas.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.

- Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros)
- Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo.
- Es económico.
- Acelera la floración, en trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el N.P.K., Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.
- El bioabono es un mejorador de las propiedades físicas del suelo ya que, contribuye a mejorar la estructura del suelo, al favorecer el proceso de degradación (unión de partículas) y estabilidad de los agregados, modificando la porosidad; además, también mejora la retención de humedad del suelo.(3)
- El bioabono modifica las propiedades químicas incrementando el pH del suelo, disminuyendo la toxicidad del aluminio, o incrementando el contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Uno de los principales beneficios de la práctica es poder aplicar los nutrientes directamente sobre el cultivo, al no depositarse en el suelo, se elimina la posibilidad de que dentro del mismo existan interacciones físico-químicas que dificulten la utilización por parte del vegetal.
- Permite aplicar cantidades muy pequeñas de nutrientes en forma uniforme; esto es especialmente importante para aquellos nutrientes requeridos en bajas proporciones por el vegetal, y que si se aplicasen al suelo de manera convencional nos podrían generar problemas de toxicidad por exceso. (5)
- Permite aportar nutrientes en momentos claves, incorporándose directamente al cultivo sin depender de los mecanismos de absorción radicular y quedando inmediatamente disponibles para su utilización.

2.10. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y LA VARIEDAD

- **CLIMA**

El cultivo de la papa, requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe alcanzar hasta 20° centígrados para que la planta desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar de los 27° centígrados. Las temperaturas medias óptimas deben ser de 15-18° centígrados y las temperaturas medias por debajo de 5° centígrados no son convenientes.

La papa puede sembrarse en zonas de clima cálido, pero con la condición de que durante la noche la temperatura del suelo sea menor a los 20 grados centígrados. De esta forma la planta puede formar tubérculos. Si esta condición no se cumple, la tuberización no se da o la misma es muy pobre y como consecuencia los rendimientos que se obtienen son bajos. En este tipo de condiciones se debe tener mucho cuidado debido a que los problemas de plagas y enfermedades serán más serios y los tubérculos pueden desarrollar desordenes fisiológicos que pueden demeritar su valor comercial (Del Cid, A., et al, ICTA, 2001).

El tubérculo no requiere luz para brotar. Sin embargo, cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante mucho tiempo reduce la producción.

La planta de papa necesita agua continua durante la etapa de crecimiento. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere un poco menos de agua, pero después hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Harris (1978), menciona que las plantas de papa responden con incrementos de hasta 1.4 TM/HA por cada centímetro de precipitación, constituyendo el suministro de agua en

una de las principales causas para las variaciones en los rendimientos observados año con año en muchos cultivares. Conforme el potencial de agua del suelo disminuye, los rendimientos de tubérculos, expresados como peso fresco, también disminuyen en una relación lineal. (20)

- **SUELO**

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos posean una buena estructura y un buen drenaje.

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con un profundidad de 25-30 centímetros. Los suelos muy arenosos no retienen humedad y por esto requieren de riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen los más altos rendimientos.

La calidad del producto depende del tipo del suelo. En suelos francos, la epidermis de los tubérculos es más clara, se desarrollan tubérculos más grandes y se conservan mejor en el almacenamiento.

La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Por arriba de pH 5.4, en suelos cultivados por mucho tiempo con papa, se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos.

En suelos con valores de pH debajo de 5.0, éste se puede subir por medio de la aplicación de enmiendas calcáreas (encalado de suelos), dos o tres meses antes de la siembra. En el caso contrario, suelos con pH arriba de 5.4, se deben usar abonos a base de sulfatos o bien hacer una aplicación de azufre, sulfato ferroso o sulfato de aluminio (alumbre).

Considerando lo anterior, un buen manejo de los suelos paperos requiere que estos sean tratados de manera que produzcan el máximo rendimiento de tubérculos por el mayor período de tiempo. Para dicho manejo se requiere que se establezcan como objetivos:

- El mantenimiento de una buena estructura,
- Reacción del suelo, y
- Fertilidad del suelo.

Esta última, es la condición menos difícil de mantener con la ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener y mejorar la estructura de un suelo muy pesado (arcilloso) es muy difícil. El cultivo frecuente y por largo tiempo de un suelo franco arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos.

El manejo de los suelos franco-arenosos y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección de suelo para papa es muy importante; para mejorar la estructura del suelo se usan los abonos verdes y los estiércoles. (20)

- **VARIEDAD TOLLOCAN**

Planta con tallos rectos, fuertes y hojas de color verde. Esta puede alcanzar una altura de 60-95 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 TM/HA. Su textura es cerosa. (20)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA: La aldea San Antonio se encuentra ubicada en el municipio de Ixchiguán, San Marcos, a 8

kilómetros de la cabecera municipal y aproximadamente 1 Km de terracería del centro de la aldea a la carretera que conduce al departamento de San Marcos. (17)

3.1.2. EXTENSIÓN Y LÍMITES:

La extensión total del territorio de la Aldea San Antonio es aproximadamente de 12Kms². las colindancias o límites territoriales de la aldea son: al norte con aldea Buenos Aires, al sur con cantón Nuevo Ixchiguan, al este con caserío Once de Mayo y al oeste con caserío Nuevo Pavitzalan. (17)

3.1.3. CARACTERÍSTICAS FISICO-BIOLÓGICAS:

3.1.3.1. Clima:

a) **Altitud:** 3,200 msnm

b) **Temperatura:** Mínima 4°C máxima 22°C

c) **Zona de vida, características:** El clima de la aldea de San Antonio Ixchiguan, San Marcos, es templado con una temperatura variada ya que contiene bosque para protegerse del viento y como también de desastres naturales. (17)

3.1.4. RELIEVE Y TOPOGRAFÍA.

Suelos: La comunidad de San Antonio cuenta con una pendiente de 5% ya que es casi plana dicha comunidad. La aldea de San Antonio, Ixchiguán, San Marcos, posee un suelo arcilloso y en algunas partes altas tienen suelos arenosos. (17)

3.2. RECURSOS.

3.2.1. HUMANOS

Para la elaboración de esta investigación se necesitó del apoyo de las siguientes personas.

- *Asesora:* Ing. Agr. Aura Hernández, quien asistió en el proceso de planificación, ejecución y evaluación de la investigación.
- *Técnicos agrícolas de la municipalidad de Ixchiguán y CARE:* Ellos por la cercanía, brindaron apoyo para poder llevar a cabo la investigación con su experiencia.
- *Grupo organizado de productores de papa:* Fueron las personas con quienes se llevó a cabo la investigación, proporcionando el terreno, en préstamo y ayudaron a conseguir los estiércoles a evaluar.

3.2.2. FÍSICOS:

Para la elaboración de esta investigación se necesitó de lo siguiente.

- *Área de terreno a sembrar y elaborar el biodigestor:* El área de terreno fue 1 cuerda y estuvo ubicado en aldea San Antonio.
- *Nylon plástico grueso:* Este se usó para poder hacer los biodigestores que se usaron para poder elaborar los fertilizantes foliares orgánicos, se usaron 4mts por cada fertilizante, como fueron 3 evaluaciones de F.F.O. fue un total de 12 metros de nylon grueso.
- *Tubo PVC 4":* Se usó para poder meter en estos los pedazos de botellas para la elaboración de biodigestores y se usaron 2 unidades de 0.40m por biodigestor.

- *Tiras de jebe o restos de hule de llanta:* Estas sirvieron para amarrar el nylon con el tubo de 4", para esto se necesitó de 2 tiras de 1m a 11/2m. por biodigestor elaborado.
- *Botellas de gaseosas de 2 litros:* Estas que iban dentro del tubo de 4" y fueron como los tapones del biodigestores, se usaron 2 unidades por biodigestor elaborado, las cuales se cortaron y se usó la parte de la boca de las botellas.
- *Pegamento para pvc:* Este sirvió para pegar las botellas con el tubo de pvc.
- *Manguera:* Esta sirvió para que se vaya liberando el gas que emana del biodigestor.
- *Estacas:* Estas se usaron para amarrar los biodigestores para que no se movieran, se usaron 2 por cada biodigestor.
- *Agua:* este insumo se usó como medio de mezcla de todos los insumos en la elaboración de los fertilizantes foliares orgánicos.
- *Leche:* Fue parte de los ingredientes que se le aplicaron en la mezcla para la elaboración de los fertilizantes foliares orgánicos en los biodigestores se usaron 2lts/biodigestor
- *Panela:* Fue parte de los ingredientes que se le aplicaron a la mezcla para la elaboración de los fertilizantes foliares orgánicos en los biodigestores se usaron 3 maquetas disueltas en 5 lts de agua/biodigestor

- *Restos de plantas de frijol:* Fue parte de los ingredientes que se le aplicaron a la mezcla para la elaboración de los fertilizantes foliares orgánicos en los biodigestores se usaron 12lbs/biodigestor
- *Estiércoles:* se usó de ganado bovino, porcino y avícola y fueron los insumos esenciales para la elaboración de los fertilizantes foliares orgánicos y se usaron 15lbs/biodigestor.
- *Papa a sembrar:* Es el insumo indispensable en cual se experimentó y la variedad a evaluar fue tollocan, 125lbs se usaron.
- *Cinta métrica:* Esta herramienta se utilizó para medir las distancias de siembra entre planta y calle.
- *Pita y algunas estacas:* La pita se usó como guía para elaborar las parcelas experimentales y las estacas sirvieron para amarrar la pita.
- *Mochila para fumigar:* La mochila fue proporcionada por un miembro del grupo y se usó para aplicar los distintos agroquímicos que se le apliquen a la parcela de papa y los fertilizantes foliares.
- *Equipo de protección para aplicación de agroquímicos:* Fue indispensable para proteger la integridad de la persona que aplicó los distintos agroquímicos y sirvió para sustentar la enseñanza a los agricultores como parte de las buenas prácticas agrícolas.

- *Fertilizantes foliares Orgánicos y no orgánicos:* Fueron los utilizados a evaluar, insumos fundamentales de la evaluación
- *Gallinaza y materia orgánica:* Fue material sustancial para el proceso de abonado del terreno y de la papa, ya que este material proporciona los elementos necesarios para un buen desarrollo y crecimiento de la planta, desde lo que fue el inicio hasta la finalización de la investigación.
- *Fertilizantes granulados:* Fueron los usados para suministrarle los elementos que necesitó la planta durante la fase de crecimiento, desarrollo y maduración del tubérculo
- *Insecticidas:* Estas se aplicaron cuando los insectos sobrepasaron el umbral económico y fue necesaria su implementación.
- *Fungicidas:* Estas se aplicaron de forma preventiva.

Para la tabulación de datos se usaron los siguientes recursos físicos:

- *Internet:* Fue la herramienta que se usó para obtener información sobre la investigación.
- *Fotocopias:* Fueron los artículos que se consultaron para obtener la información de la investigación.
- *Computadora:* Fue el medio por el cual se tabularon todos los datos que se obtuvieron de la investigación.

- *Impresora:* Medio por el cual todos los datos que se obtuvieron en digital de la tabulación se transformaron a físico.
- *Hojas:* Medios por el cual se obtuvieron los datos finales ya impresos.

3.2.3. ECONÓMICOS:

A continuación se presenta un presupuesto de los materiales que se utilizaron para la investigación de fertilizantes foliares orgánicos a base de estiércoles elaborados a través de biodigestores. Cálculos para 1 cuerda de terreno.

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO Q.	TOTAL Q.
½ año	Alquiler de terreno 1 cd.	50.00	50.00
10 yardas	Nylon grueso	2.50	25.00
3mts	Tubo 4"	25.00	75.00
2mts	Hule de llanta, delgado	3.00	6.00
1 pomo	Pegamento pvc	18.50	18.50
3 maquetas	Panela	7.00	21.00
6lts	Leche	10.00	60.00
15lbs	Estiércol de vaca	0.55	8.25
15lbs	Estiércol de cerdo	0.65	9.75
15lbs	Estiércol de gallina	0.70	10.50
1	Cinta métrica 30m	50.00	50.00
125lbs.	Semilla de papa tollocan,	0.80	100.00

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNIT.	TOTAL Q
	1 cuerda.		
1	Equipo de protección para aplic. Agroquímicos	75.00	75.00
10 quintales	Gallinaza	80.00	800.00
1 quintales.	Fertilizante granulado	250.00	250.00
1lt	Insecticidas	150.00	150.00
1 lt	fungicidas	145.00	145.00
1lt	Fertilizante foliar (Bayfolan)	140.00	140.00
4galónes	Gasolina, regular	31.00	124.00
15	Pasajes de Quetgo a Ixchiguan	10.00	150.00
25	Pasajes de bus	2.00	50.00
5 horas	Uso de internet	4.00	20.00
1	Inyector de tinta de color	30.00	30.00
1	Inyector de tinta negra	25.00	25.00
200	Hojas bond tamaño carta en blanco	0.10	20.00
TOTAL			2,413.00

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación consistió en la evaluación de tres fertilizantes foliares orgánicos elaborados a través de biodigestores rústicos, utilizando diferentes estiércoles para su elaboración siendo

éstos de: ganado bovino, ganado porcino y ganado avícola, contando con la ayuda de otros materiales como: agua, leche, panela y planta de frijol, para la obtención de los fertilizantes foliares orgánicos. Cada fertilizante elaborado se aplicó al cultivo de papa, pudiendo así evaluar la respuesta que tuvo cada variable siendo estas altura de la planta, número de tubérculos, calidad de tubérculos y rendimiento en TM/HA.

Para llevar a cabo la investigación se usó el diseño experimental Bloques completos al azar. En cuanto a los tratamientos utilizados fueron 5, contando con los 3 fertilizantes foliares orgánicos evaluados, más un testigo relativo (Bayfolan) y un testigo absoluto, por 4 repeticiones, dando un número de 20 parcelas experimentales, con una medida de 20.25m², por parcela experimental, utilizando un total de área de 436.81 m²

Para el análisis de los resultados obtenidos de las variables se utilizó la metodología de Análisis de Varianza y Pruebas de Tukey en donde existió significancia; para conocer la rentabilidad se utilizó el método de presupuestos parciales.

La investigación se realizó en la Aldea San Antonio, del Municipio de Ixchiguan, Departamento de San Marcos, Guatemala.

3.3.2. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

- El diseño que se utilizó para la investigación fue el de bloques completos al azar, contando con 5 tratamientos y 4 repeticiones(8)

- **MODELO ESTADÍSTICO.**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta medida en la ij -ésima unidad experimental

μ = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la i - j -ésima bloque

- **DIMENSIONALES:**

- **Área Total de la Investigación:**

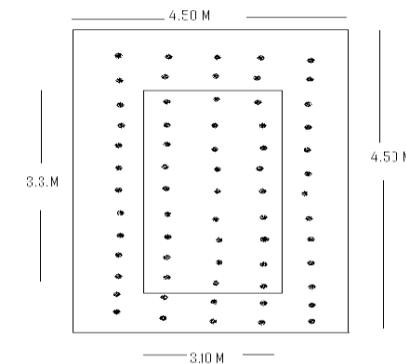
Total de área utilizada en la investigación, 1 cuerda de terreno. (436.81m²)

- **Área por Parcela Experimental:**

20.25 m² dando un total de 20 parcelas experimentales, que surgieron de acuerdo al número de tratamientos y repeticiones a implementar en la investigación. Con una distancia de siembra de 0.80 mt. entre surcos y 0.30 mt entre plantas.

- **Área de Parcela Neta:**

El área fue de 10.23 m², con ello se elimina el efecto de borde, y las plantas que se encontraron en estas parcelas fueron las que se muestrearon para obtener los resultados finales de la evaluación.



• **CROQUIS DE TRATAMIENTOS**

Tratamiento 4	Tratamiento 1	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 5
Tratamiento 1	Tratamiento 5	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 1
Tratamiento 5	Tratamiento 2	Tratamiento 1	Tratamiento 4	Tratamiento 3

3.3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS:

3.3.3.1. TRATAMIENTO 1. ESTIÉRCOL DE GANADO BOVINO.

- Estiércol de vaca: Este insumo fue esencial para la realización del fertilizante foliar orgánico a base de estiércol bovino; para hacer este fertilizante se usaron un aproximado de 15lbs.
- Agua: La relación agua y estiércol para este biodigestor fue de 1.5 a 2, o sea 30lts de agua.
- Leche: este insumo se usó para aportar minerales al fertilizante foliar orgánico, así como la producción de gas. para ello se usó 2lts por tratamiento.
- Panela: ésta le brindó más movilidad a los microorganismos en el biodigestor para que la descomposición de los insumos a usar fuese más rápida, para esto se uso 2 lts por tratamiento.
- Leguminosas: Los restos de plantas de esta familia como frijol, alfalfa etc. Se usaron para aportarle nitrógeno al F.F.O. y este aportárselo a las plantas, de este material se usó un aproximado de 5 libras por tratamiento a evaluar.

- Todos estos materiales se mezclaron y se colocaron en el biodigestor, el tiempo de descomposición duró 3 meses, el biodigestor se dejo bajo sombra para evitar la evaporación del líquido y en un lugar alejado de animales para evitar algún accidente en la investigación. Luego ya preparado el F.F.O. se realizó la primera aplicación al cultivo de papa 50 días después de la siembra y la segunda 80 días después de la siembra.
- La dosis de aplicación fue de 500 ml/16lts de agua, la hora de aplicación de los F.F.O. fue de 8 a 10 Hrs. posterior a la aplicación se regaron las plantas para evitar quemadura.
- El contenido medio en nutrientes va de un 5% de N en M.S. del 1.2% de P₂O₅ en M.S. del 6% de K₂O en M.S. y 4.5% de CaO en M.S (25).

3.3.3.2. TRATAMIENTO 2. ESTIÉRCOL DE GANADO PORCINO.

- Estiércol de cerdos: Este insumo fue esencial para la realización del fertilizante foliar orgánico a base de estiércol de ganado porcino; para hacer este fertilizante se usaron un aproximado de 15lbs.
- Agua: La relación agua y estiércol para este biodigestor fue de 1.5 a 2, o sea 30lts de agua.
- Leche: este insumo se usó para aportar minerales al fertilizante foliar orgánico, así como la producción de gas. para ello se uso 2lts por tratamiento.
- Panela: este le brindo más movilidad a los microorganismos en el biodigestor para que la descomposición de los insumos a usar fuese más rápida, para esto se uso 2 lts por tratamiento.
- Leguminosas: Los restos de plantas de esta familia como frijol, alfalfa etc. Se usaron para aportarle nitrógeno al F.F.O. y este

aportárselo a las plantas, de este material se uso un aproximado de 5 libras por tratamiento a evaluar.

- Todos estos materiales se mezclaron y se colocaron en el biodigestor, el tiempo de descomposición duro 3 meses, el biodigestor se dejo bajo sombra para evitar la evaporación del liquido y en un lugar alejado de animales para evitar algún accidente en la investigación. Luego ya preparado el F.F.O. se realizo la primera aplicación al cultivo de papa 50 días después de la siembra y la segunda 80 días después de la siembra.
- La dosis de aplicación fue de 500 ml/16lts de agua, la hora de aplicación de los F.F.O. fue de 8 a 10 Hrs. posterior a la aplicación se regaron las plantas para evitar quemadura.
- Estiércol de cerdo, tiene un alto contenido en nutrientes, pero es de acción lenta. Posee un 9% de N en M.S. un 3.6% de P_2O_5 en M.S. un 4% de K_2O en M.S. y un 2.5% de CaO en M.S (25)

3.3.3.3 TRATAMIENTO 3. CON ESTIÉRCOL DE GANADO AVÍCOLA.

- Estiércol de aves: Este insumo fue esencial para la realización del fertilizante foliar orgánico a base de estiércol de aves; para hacer este fertilizante se usaron un aproximado de 15lbs.
- Agua: La relación agua y estiércol para este biodigestor fue de 1.5 a 2, o sea 30lts de agua.
- Leche: este insumo se usó para aportar minerales al fertilizante foliar orgánico, así como la producción de gas. para ello se uso 2lts por tratamiento.
- Paneta: este le brindo más movilidad a los microorganismos en el biodigestor para que la descomposición de los insumos a usar fuese más rápida, para esto se uso 2 lts por tratamiento.

- Leguminosas: Los restos de plantas de esta familia como frijol, alfalfa etc. Se usaron para aportarle nitrógeno al F.F.O. y este aportárselo a las plantas, de este material se uso un aproximado de 5 libras por tratamiento a evaluar.
- Todos estos materiales se mezclaron y se colocaron en el biodigestor, el tiempo de descomposición duró 3 meses, el biodigestor se dejó bajo sombra para evitar la evaporación del líquido y en un lugar alejado de animales para evitar algún accidente en la investigación. Luego ya preparado el F.F.O. se realizó la primera aplicación al cultivo de papa 50 días después de la siembra y la segunda 80 días después de la siembra.
- La dosis de aplicación fue de 500 ml/16lts de agua, la hora de aplicación de los F.F.O. fue de 8 a 10 Hrs. posterior a la aplicación se regaron las plantas para evitar quemadura.
- El fertilizante de aves es uno de los favoritos, por su alto contenido en nitrógeno 9% en Materia Seca (M.S), un 4.5% de P_2O_5 en M.S. un 3% de K_2O en M.S. y un 9% de CaO en M.S (25)

3.3.3.4. TRATAMIENTO 4. TESTIGO RELATIVO (BAYFOLAN).

- Este producto químico es un fertilizante foliar completo en forma líquida que contiene 11% de N, 8% de P, 6% de K y 7 elementos menores en forma de quelatos. La dosis que se utilizo fue de 50 c.c. por 17 litros de agua.

3.3.3.5. TRATAMIENTO 5. TESTIGO ABSOLUTO.

- En este tratamiento no se aplicó ningún producto orgánico ni químico al follaje, pero se le dio el mismo cuidado que al resto de tratamientos.

3.3.4. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Las plantas evaluadas fueron escogidas al azar.

3.3.4.1. NÚMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Aquí se determinó el número de tubérculos que se tuvieron por planta, esta medición se realizó durante la cosecha y consistió en contabilizar los tubérculos que había en cada planta.

3.3.4.2. CALIDAD DE TUBÉRCULO DE ACUERDO A PESO POR TRATAMIENTO

- Con esta variable se realizó una separación de tubérculos de acuerdo al peso en gramos que se obtuvo al final de la cosecha, esta separación se dio de acuerdo a los grados de clasificación más usados para papa comercial que son: papa de primera (150 a 170g), segunda (100 a 149 g) y tercera (80 a 99 g) rechazo (79 g >). (20)

3.3.4.3. RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN

- Se determinó la cantidad de papa producida en TM/HA.

• 3.3.5. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

- a) Las observaciones se hicieron a los 70 días después de la germinación, para medir la altura de las plantas, después de la primera aplicación de los fertilizantes foliares orgánicos y no orgánico.
- b) La segunda observación se realizó a los 100 días después de la germinación, para hacer la segunda medición de las plantas, para

entonces ya se había realizado la segunda aplicación de los fertilizantes foliares orgánicos y no orgánico.

- c) La tercera y última observación se realizó en la cosecha, en esta observación se obtuvieron los resultados de las variables número de tubérculos promedio por planta, calidad de tubérculos de acuerdo a peso y rendimiento.

3.3.6. MANEJO AGRONÓMICO

Dentro de éstas se mencionan algunas actividades que se realizaron en el cultivo de papa, para obtención de los resultados.

3.3.6.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del suelo fue muy importante para el buen desarrollo del cultivo. En esta investigación se hizo un mes antes de la siembra, siendo clave esta actividad para el manejo agronómico.

3.3.6.2. SIEMBRA.

Los surcos se trazaron a una distancia de 0.80 mt entre sí y entre planta fue de 0.30 mt, se dejó una profundidad entre 15 y 20 cm. Los tubérculos semilla tuvieron las mejores características como por ejemplo que tuvieron el tamaño de un huevo de gallina (un peso aproximado de 1 onza/tubérculo) y tenían de dos a tres brotes fuertes. (20)

3.3.6.3. RIEGO

Este se hizo 1 día antes de la siembra, al otro día después de la siembra se volvió a regar el terreno, el riego se fue dando de acuerdo al tiempo de lluvia.

3.3.6.4. CONTROL DE MALEZAS Y CALZA.

La primera limpia se hizo a los 20 días después de la siembra. La segunda limpia se hizo a los 40 días después de la siembra y se aprovechó para realizar la calza alta. Con la misma se eliminaron las malezas, se evitó que los tubérculos salieran a la superficie, se expusieron a los rayos del sol y se volvieron de color verde. (20)

3.3.6.5. FERTILIZACIÓN.

Esta se realizó durante la siembra utilizando la formulación (10-50-0) y la segunda aplicación se efectuó a los 40 días después de la siembra con el fertilizante 15-15-15 en cantidades de 8,494 Kg por hectárea (20) (en terrenos francos o franco arcillosos) esta cantidad fue convertida en kg/cuerda

3.3.6.6. CONTROL DE INSECTOS QUE ATACAN EL FOLLAJE Y TUBÉRCULOS.

Estos se controlaron preventivamente con insecticidas y manualmente

- **TRAMPAS:**

Estas se colocaron a los 30 días después de la siembra a una distancia de 10 metros entre cada una, éstas fueron de color amarillo algunas fueron fijas y otras movibles, con ello se contrarrestó y previno el ataque de las palomillas (20)

- **CONTROL QUÍMICO:**

Se efectuó de una forma preventiva para evitar daños en el cultivo y experimento.

- **APLICACIÓN TOTAL POR HA**

Ambush 25w© varias 1.36 Kg/aplicación/100 gals de agua

Pounce 25 wp© varias 1.36 Kg/aplicación/100 gals de agua

Thiodan© varias 4 Litros/aplicación/100 gals de agua

Una a la siembra Dosis recomendada Confidor© por el fabricante

Otra a la calza Dosis recomendada por el fabricante

Temik *© una a la siembra Dosis recomendada por el fabricante.

3.3.6.7. CONTROLES FITOSANITARIOS

- **SANEAMIENTO:**

Esta práctica consistió en la eliminación de plantas malas que sufran de Rhizoctoniasis, pierna negra, virus con el fin de mantener bien la plantación (20)

3.3.6.8. COSECHA

La cosecha fue una etapa del proceso de producción que requirió del mayor cuidado especialmente para mantener la calidad del producto, así que cuando se extraían los tubérculos del suelo se procuraba que no se golpeará ni rajara porque en el mercado baja el precio por este tipo de acciones. La cosecha se realizó 15 días después de la defoliación (20)

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. NÚMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

En el cuadro 2. se observan los promedios obtenidos de la variable de número de tubérculos por planta de cada tratamiento evaluado; estos datos se obtuvieron al final de la cosecha.

CUADRO 2.

RESULTADOS DEL NÚMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				ΣYi	yi
	I	II	III	IV		
T ₁ = F.F.O. BOVINO*	6	8	7	6	27	6.75
T ₂ = F.F.O. PORCINO*	6	6.5	6	5	23.5	6
T ₃ = F.F.O. AVÍCOLA*	6	6	5.2	5	22.2	5.55
T ₄ TESTIGO RELATIVO (BAYFOLAN)	6	6.66	7	5	24.66	6.2
T ₅ TESTIGO ABSOLUTO	5	4	5	6	20	5
Yj	29	31.16	30.2	27	117.36	6

Fuente: Información obtenida en campo durante la realización de la investigación.
*F.F.O. FERTILIZANTE FOLIAR ORGANICO

En el cuadro 3. se observa el análisis de varianza, que indicó la no existencia de diferencia significativa para la variable número de tubérculos por plantas, debido a este resultado no se realizó la prueba de medias ya que ningún tratamiento difiere entre sí en esta variable.

CUADRO 3.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

FV	G.L.	SC	SCM	F. OBSERVADA	F. TABLAS	SIG
					5%	
Bloques	3	2	0.66	1.1	3.49	n.s
Tratamientos	4	7	1.75	2.91	3.26	n.s
Error	12	7	0.6			
Total	19	16				

Fuente: Información obtenida en campo durante la realización de la investigación.

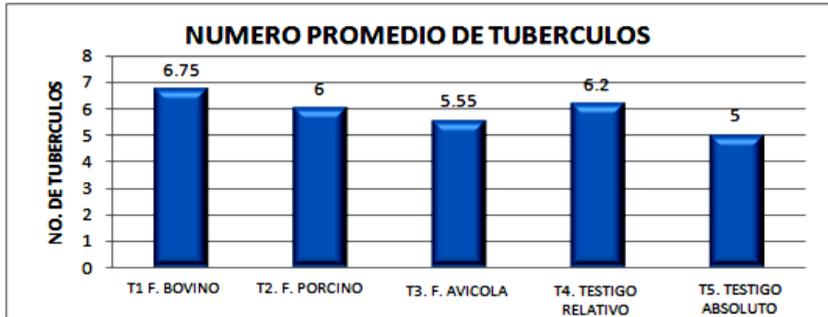
SIG = Significancia

n.s = no significancia

Coefficiente de Variación = 13%

En la gráfica 1. se observan las medias de cada tratamiento obtenidas para la variable número promedio de tubérculos por planta, en ella se aprecia que el tratamiento 1 correspondiente al fertilizante foliar de bovino presenta una diferencia por 1.75 tubérculos al tratamiento 5 testigo absoluto que ocupó el último lugar, siendo esta una diferencia mínimo.

GRAFICA 1.
MEDIA DE NUMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTAS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.



Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación

Los efectos observados como respuesta de los tratamientos, se atribuyen a la época en que se realizó la primera aplicación de los mismos, esta aspersión se realizó 50 días después de la emergencia, periodo que para el cultivo de papa variedad tollocan es considerado como la etapa final de formación de tubérculos, razón por la cual los tratamientos no tuvieron efecto sobre el número de tubérculos formados, pues la etapa crítica de formación de los mismos se da en promedio a los 35 a 50 después de la emergencia (1)

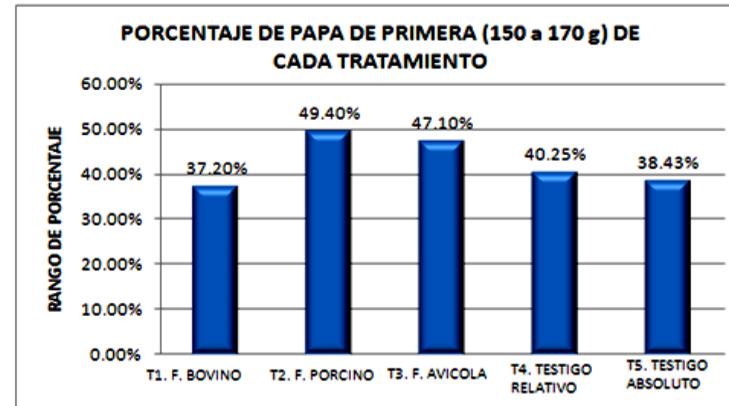
En base a los resultados obtenidos, existe la posibilidad de evaluar en futuras investigaciones los efectos de los fertilizantes foliares orgánicos aplicados en una etapa fenológica diferente a la de la presente investigación, para evaluar una mayor variación en el número de tubérculos.

4.2. CALIDAD DE TUBÉRCULOS DE ACUERDO A PESO POR TRATAMIENTOS

En esta variable se analizaron los resultados por medio de clasificaciones de calidad de acuerdo a peso de tubérculos los cuales son de primera 150 a 170

grs, segunda 100 a 149 grs, tercera 80 a 99 grs y de rechazo 79 grs >para cada tratamiento evaluado.

GRAFICA 2.
CALIDAD OBTENIDA DE PAPA DE PRIMERA, PESO COMPRENDIDO DE 150 A 170 GRAMOS DE CADA TRATAMIENTO, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS



Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación

En la gráfica 2. se observan los resultados de papa de primera calidad comprendido de un peso de 150 a 170 grs. de cada tratamiento evaluado, en la grafica se observa que el tratamiento 2, que es el fertilizante foliar orgánico de porcino obtuvo, el primer lugar, teniendo una diferencia del 2.6% con el segundo lugar que fue el tratamiento 3, un 9.15% de diferencia con el tercer lugar que fue el tratamiento 4, un 10.97% de diferencia con el cuarto lugar que fue el tratamiento 5 y un 12.2% con el último lugar que fue el tratamiento 1.

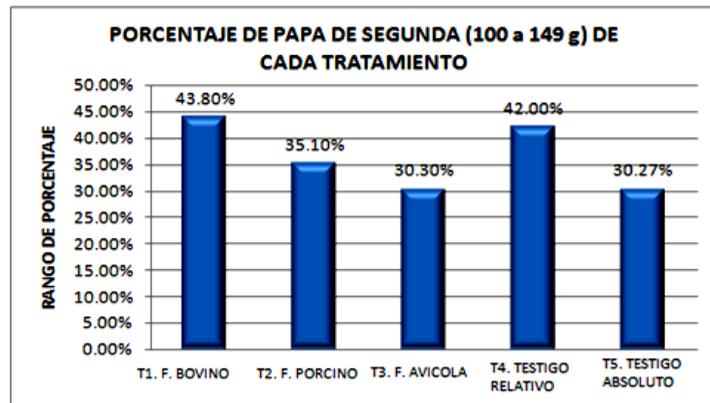
El tratamiento 2 fertilizante foliar orgánico de porcino, presenta resultados importantes desde el punto de vista agronómico, pues con su aplicación se obtuvo la mayor cantidad de tubérculos de primera. En base a esto es posible

afirmar que el contenido de elementos nutricionales presentes en este fertilizante foliar, complemento de mejor forma los requerimientos del cultivo los cuales son: 125kg de N; 46kg de P_2O_5 ; 180 kg de K_2O ; 7.5kg de Ca y 10kg de Mg; para producir tubérculos de calidad, en comparación a los otros tratamientos evaluados, en este caso también en función del estiércol utilizado para su elaboración. Para este estiércol se tuvieron los siguientes porcentajes de nutrientes: 9% de Nitrógeno en M.S., un 3.6% de P_2O_5 en M.S., un 4% de K_2O en M.S., un 2.5% de CaO en M.S., y un 0.65% de MgO en M.S. (25)

Con la calidad de primera existe para los productores la posibilidad de generar mayores ingresos económicos esto debido a que al mejorar la calidad mejora el precio del producto en el mercado. La opción se presenta para participar en mercados internacionales, debido a que cumple con los estándares de calidad.

GRAFICA 3

CALIDAD OBTENIDA DE PAPA DE SEGUNDA, PESO COMPRENDIDO DE 100 A 149 GRAMOS DE CADA TRATAMIENTO, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS



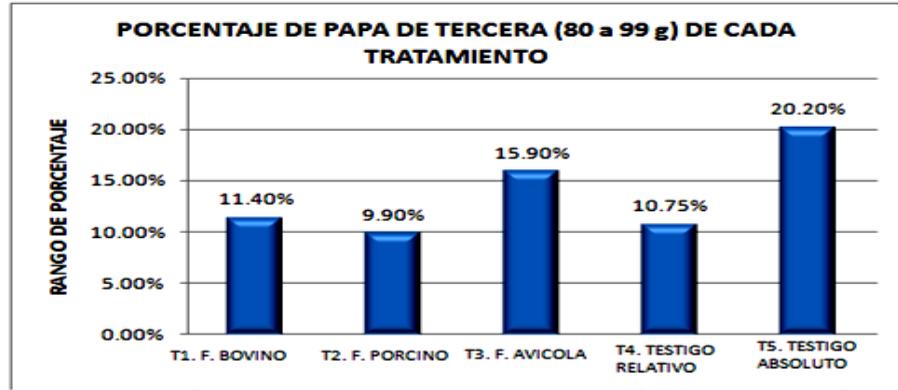
Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación

En la gráfica 3. se observan los resultados de la calidad de papa de segunda comprendido de un peso de 100 a 149 grs. según se observa el tratamiento, 1 fertilizante foliar orgánico de bovinos obtuvo el primer lugar, sacando una diferencia mínima del 1.8% al segundo lugar que fue el tratamiento, 4 testigo relativo, una diferencia de 8.7% al tercer lugar que fue el tratamiento, 2 fertilizante foliar orgánico de porcino, un 13.5% al cuarto lugar que fue el tratamiento, 3 fertilizante foliar de aves y un 13.53% al quinto lugar que lo ocupó el tratamiento, 5 testigo absoluto.

Los resultados obtenidos con el tratamiento, 1 fertilizante foliar orgánico de bovino, se atribuyen a un menor contenido de elementos nutricionales en el mismo que influyeron en la calidad de los tubérculos formados en el cultivo de papa, así para este foliar en función del estiércol utilizado para su elaboración, se tuvieron los siguientes porcentajes de nutrientes: 5% de N en M.S., 1.2% de P_2O_5 en M.S., 6% de K_2O en M.S., un 4.5% de CaO en M.S., y un 0.51% de MgO en M.S.(25). Obteniéndose en consecuencia mayor porcentaje de papa de segunda. En tanto que el tratamiento 4 testigo relativo (bayfolan) está compuesto de un alto porcentaje de elementos nutritivos, los cuales no se vieron reflejados en esta variable ya que se obtuvo un alto porcentaje de papa de segunda calidad, no superando al tratamiento 2 fertilizante foliar de porcinos que obtuvo la mejor calidad de papa que fue de primera.

La calidad de papa de segunda, es muy demandada dentro del mercado nacional, por la cultura de consumo que la población posee, que prefiere rangos de calidad de mediana a pequeña, esto debido a que los consumidores analizan que la papa de primera por ser grande no rinde, en tanto que la calidad de papa de segunda por tener un tamaño menor se piensa que aumenta su rendimiento, es por ello que para nuestra cultura este tipo de papa se prefiere en los mercados locales. (20)

GRAFICA 4.
CALIDAD OBTENIDA DE PAPA DE TERCERA, PESO COMPRENDIDO DE 80 A 99 GRAMOS DE CADA TRATAMIENTO, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.



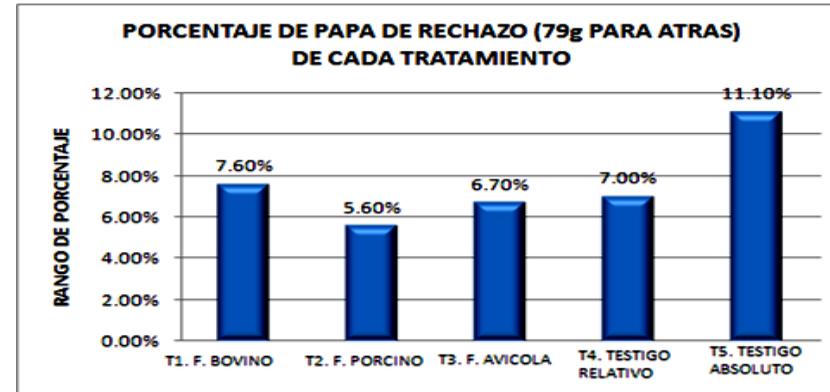
Fuente: información de campo obtenida durante la realización de la investigación

En la gráfica 4. se observan los resultados de la calidad de papa de tercera comprendido de un peso de 80 a 99 grs. según se observa el tratamiento 5, testigo absoluto, obtuvo el primer lugar, sacando una diferencia del 4.3% al segundo lugar que fue el tratamiento, 3 fertilizante foliar orgánico de aves, una diferencia de 8.8% al tercer lugar que fue el tratamiento, 1 fertilizante foliar orgánico de bovinos, un 9.45% al cuarto lugar que fue el tratamiento, 4 testigo relativo y un 10.3% al quinto lugar que lo ocupo el tratamiento 2. fertilizante foliar de porcino.

El resultado obtenido con el tratamiento 5 al conseguir un mayor porcentaje de papa de tercera clase, se debió a que a este no se le aplicó ningún fertilizante foliar, así que los nutrientes los extrajo del suelo, el inconveniente es que la papa tiene un sistema radicular poco eficiente para la absorción de elementos como el potasio y el fósforo, los cuales a su vez se caracterizan por tener poca movilidad en el suelo (20). Con este resultado se analiza que los fertilizantes foliares orgánicos actúan de una forma eficaz, ya que

asimilan todos los nutrientes que requiere la planta especialmente en la fase crítica, la cual es en la formación de los tubérculos.

GRAFICA 5.
CALIDAD OBTENIDA DE PAPA DE RECHAZO, PESO COMPRENDIDO DE 79 GRAMOS PARA ATRÁS DE CADA TRATAMIENTO, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*)VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.



Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación

En la gráfica 5. se observan los resultados de la calidad de papa de rechazo comprendido de un peso de 79 grs>. Según se observa con el tratamiento, 5 testigo absoluto se obtuvo la mayor cantidad de papa de rechazo con un 11.10%, obteniendo una diferencia de 3.1% al tratamiento 1 fertilizante foliar orgánico de bovinos, consiguiendo también una diferencia de 4.10% al tratamiento 4 testigo relativo, un 4.40% al tratamiento 3 fertilizante foliar de aves y un 5.50% al tratamiento 2. fertilizante foliar de porcino.

En esta grafica se observa que el tratamiento 2 fue el que obtuvo la menor cantidad de papa de rechazo a comparación del tratamiento 5 que obtuvo la mayor cantidad de papa de rechazo, lo cual indica que el fertilizante foliar elaborado a base de estiércol de porcinos, fue más eficiente, en la

movilización de los nutrientes de las hojas a los tubérculos y por ende el crecimiento de los tubérculos, ocurriendo lo contrario con el testigo absoluto que solo obtuvo los nutrientes que estaban disponibles en el suelo, el inconveniente es que el sistema radicular de la papa es poco eficiente para la absorción de elementos como el potasio y el fósforo, lo cual se ve reflejado en el porcentaje de papa pequeña o de rechazo, que obtuvo.(20)(14)

Con los bajos resultados obtenidos en calidad de papa del tratamiento 5 testigo absoluto, se puede afirmar que los fertilizantes foliares orgánicos actúan de una forma eficaz, ya que las plantas logran asimilar de mejor manera los nutrientes que se aplican vía foliar, logrando con ello apoyar a la planta especialmente en la fase crítica, en la cual se logra la buena formación de tubérculos (9).

4.3. RESULTADOS DE RENDIMIENTO TOTAL TM/HA

En el cuadro 4. se observan los resultados obtenidos en campo para el rendimiento en toneladas métricas por hectárea.

CUADRO 4.

RESULTADOS DE **RENDIMIENTO (TM/HA)** OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				ΣYi	Yi
	I	II	III	IV		
T ₁ = F.F.O. BOVINO*	21.2	22.7	22.4	22.2	88.5	22.1
T ₂ = F.F.O. PORCINO*	25.6	26.1	24.7	27.8	104.2	26.0
T ₃ = F.F.O. AVÍCOLA*	28.1	30.5	28.1	27.6	114.3	28.5
T ₄ TESTIGO RELATIVO (BAYFOLAN)	27.3	30	28.3	29.1	114.7	28.6
T ₅ TESTIGO ABSOLUTO	21.2	24.6	22.2	22.7	90.7	22.6
YJ	123.4	133.9	125.7	129.4	512.4	25.5

Fuente: Información obtenida en campo durante la realización de la investigación.
*F.F.O. FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO

En el cuadro 5. se observa el análisis de varianza, que indicó la existencia de una diferencia altamente significativa, para los fertilizantes foliares evaluados, para la variable rendimiento TM/HA; siendo al menos uno de los tratamientos diferente a los demás. Estableciéndose que la variabilidad entre éstos no se debe al azar, sino a un efecto distinto de dichos tratamientos.

CUADRO 5.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE **RENDIMIENTO TM/HA** OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

FV	G.L.	SC	SCM	F. OBSERVADA	F. TABLAS	SIG.
					5%	
Bloques	3	12.72	4.24	5.80	3.49	*
Tratamientos	4	156.65	39.16	53.64	3.26	**
Error	12	8.81	0.73			
Total	19	178.18				

Fuente: Información obtenida en campo durante la realización de la investigación.

SIG = Significancia

n.s = no significancia

* = Significativo

** = Altamente significativo

Coefficiente de Variación = 3.35 %

En el cuadro 6. se observa la significancia respectiva entre los fertilizantes foliares orgánicos y los testigos relativo y absoluto, obteniéndose en la comparación de medias los siguientes resultados; se formaron cuatro grupos de igualdad estadística, obteniéndose los mejores rendimientos para los tratamientos "T4" (testigo relativo bayfolan) y "T3" (fertilizante foliar orgánico avícola) con 28.6 TM/HA y 28.5 TM/HA respectivamente, siendo estos estadísticamente iguales ocupando la misma literal, registrándose el rendimiento más bajo para el tratamiento "T1"(fertilizante foliar orgánico de bovinos) con 22.1TM/HA.

El rendimiento obtenido con la aplicación de los fertilizantes foliares orgánicos en el cultivo de papa, fue el óptimo de acuerdo a la literatura, la cual indica que se obtienen 25TM/HA (20). Ya que en promedio se logró obtener 25.5 TM/HA, siendo este rendimiento superior a los obtenidos con regularidad por los productores de la localidad que logran obtener 19TM/HA, con ello se reafirma la eficiencia de los fertilizantes foliares orgánicos en los cultivos en este caso específico en el cultivo de papa.

CUADRO 6.

PRUEBA DE MEDIAS EN EL ANÁLISIS DE RESULTADOS CON UN NIVEL DE 0.05 DE PROBABILIDAD, PARA **RENDIMIENTO TM/HA**, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

No. T	TRATAMIENTO	MEDIA	LITERAL
T4	Testigo relativo (Bayfolan)	28.6	A
T3	Fertilizante foliar orgánico avícola	28.5	A
T2	Fertilizante foliar orgánico porcino	26	B
T5	Testigo absoluto	22.6	C
T1	Fertilizante foliar orgánico bovino	22.1	D

Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación
Tukey = 0.11 al 5%

El aumento de rendimiento evidenciado para los tratamientos “T4” y “T3” en comparación al tratamiento con más bajo rendimiento “T1”, es resultado del balanceado suministro de elementos enriquecedores como potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno ya que cada uno de estos cumple funciones específicas para el adecuado crecimiento y rendimiento(6). Entre las funciones específicas que cumplen los elementos dentro de la planta está el acumular principalmente almidón; la producción diaria de almidón en las hojas incrementa al iniciarse la tuberización y durante el desarrollo de tubérculos, especialmente en la “fase crítica” la cual se marca de los 80 a 110 días después de la siembra, que es

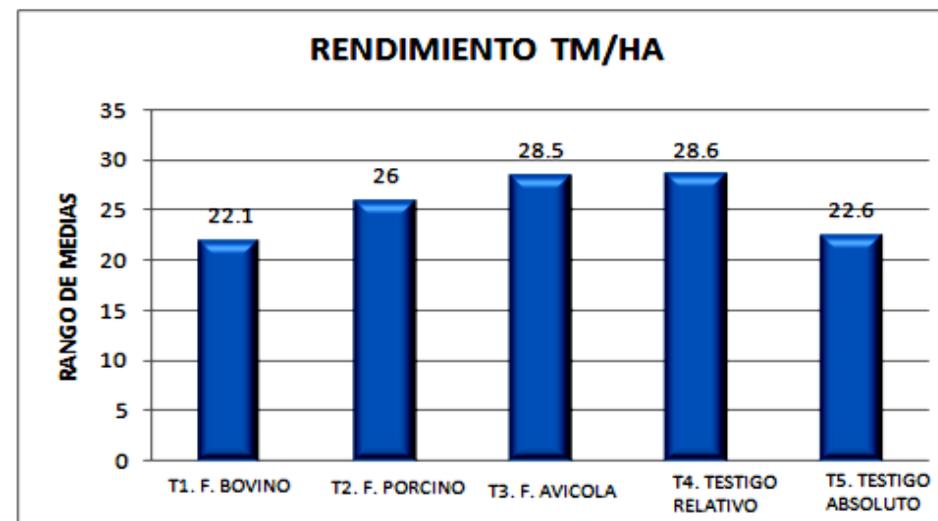
la etapa en que concluye el período de mayor acumulación de materia seca en el tubérculo y llega a su madurez, ya que es el momento en que se define y se completa el rendimiento del cultivo (3) (9) (20)

El principal elemento responsable de la movilización del almidón desde las hojas hacia el tubérculo fue el potasio, de tal forma que un alto contenido de este nutriente fue decisivo para que los tratamientos T3 y T4 obtuvieran un alto rendimiento. La papa es un cultivo altamente demandante de potasio cuya fase crítica de absorción es muy breve, así que con la aplicación de los fertilizantes orgánicos vía foliar se logró

que la absorción y asimilación de nutrientes fuera de manera inmediata logrando con ello que los nutrientes estuvieran disponibles en la fase crítica donde es mayor la necesidad de estos en la planta. (1)(9)

GRAFICA 6.

RENDIMIENTO TM/HA OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.



Fuente: información obtenida en campo durante la realización de la investigación

En la gráfica 6. se observa que los mejores rendimientos se obtuvieron con "T4" y "T3". Con "T4" se logró 28.5 TM/HA y con "T 3" se logró 28.5 TM/HA; en tanto que el tratamiento que presentó el más bajo rendimiento fue "T1" con 22.1 TM/HA.

En la actualidad se ha retomado el uso de los residuos de origen animal para la creación de abonos sólidos y líquidos; el retomar el uso de estos residuos se ha debido a la crisis del petróleo y por el consiguiente aumento del costo de los abonos químicos (25). Debido a esto los agricultores ven en el uso de los residuos de origen animal una alternativa para mejorar su economía y elevar los rendimientos en sus

cultivos, ya que los residuos de origen animal son más accesibles tanto física como económicamente para ellos, esto se debe a que los agricultores no solo se dedican a la siembra y cosecha de hortalizas sino también a la crianza de animales, lo cual hace más factible el poder conseguir estos materiales y existe una fuente de ahorro ya que no compran los materiales sino que los recolectan.

Es por ello que los residuos de origen animal no deben ser considerados solamente como desechos, más bien como una fuente de nutrientes asimilables para las plantas (25). Por ejemplo el fertilizante foliar orgánico avícola, es muy rico en elementos minerales lo cual se vio reflejado en los resultados de rendimiento en TM/HA. (25)

De igual manera se puede hacer mención del aporte de tales productos orgánicos al medio ambiente, ya que estos son ecológicos, compatibles con el medio ambiente, no contaminan a los suelos y apoyan procesos autosustentables.

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO POR EL MÉTODO DE PRESUPUESTOS PARCIALES

El análisis se realizó a través del método de Presupuestos Parciales, pues con este enfoque se consideraron los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento, en este caso fueron los costos asociados del valor de los fertilizantes foliares orgánicos así como el testigo relativo, siendo este químico, permitiendo dichos costos diferenciar con un enfoque económico un tratamiento del otro.

4.4.1. ESTIMACIÓN DE LOS PRECIOS DE CAMPO DE LOS INSUMOS:

Fertilizante foliar orgánico bovino precio/lt. Q. 64 + Q2 transporte = Q.66

Fertilizante foliar orgánico porcino precio/lt. Q. 64.96 + Q2 transporte =
Q.66.96

Fertilizante foliar orgánico avícola precio/lt. Q. 65.21 + Q2 transporte =
Q.67.21 Bayfolan Precio/lt. Q 140.00 + Q. 2 transporte = Q. 142.00

4.4.2. COSTOS QUE VARÍAN.

En el cuadro 7. se puede observar que los costos se incrementaron de acuerdo al precio de los fertilizantes foliares orgánicos y el químico.

Cuadro 7.

ESTIMACIÓN DE COSTOS QUE VARÍAN, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Rubros Relevantes	Precio por litro Q.	Total Costo que Varia Q.
22 lts fertilizante foliar orgánico Bovino	66	1,452.00
22 lts fertilizante foliar orgánico Porcino	66.96	1,473.12
22 lts fertilizante foliar orgánico Avícola	67.21	1,478.62
11lts. Bayfolan	142	1,562.00

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

4.4.3. PRECIO DE CAMPO DEL PRODUCTO

En la Aldea de San Antonio, Ixchiguán, San Marcos, se produce papa con un precio de mercado de Q 2,204.62 TM/HA, el costo por jornal es de Q. 50.00 por día, en la cosecha se emplean 60 jornales/ha. y en la comercialización se utilizan 3 jornales/ha. Realizando sondeos y entrevistas se determinó que los agricultores producen 19TM/HA.

A continuación se presenta el cálculo de los costos unitarios de cosecha y comercialización.

$$\text{CUCYC} = [(60 + 3) * 50 / 19\text{TM}] = \text{Q}181.47/\text{TM}$$

El precio de campo de la producción menos los costos ya analizados queda de la siguiente manera

$$\text{PCQ} = \text{PMQ} - \text{CUCYC}$$

$$\text{PCQ} = \text{Q. } 2,204.62 - \text{Q. } 181.47 = \text{Q. } 2,023.15 \text{ TM/HA}$$

Donde

PCQ es el precio de campo del producto

PMQ es el precio de mercado del producto

CUCYC son los costos unitarios de cosecha y comercialización

4.4.4. CALCULO DE LOS RENDIMIENTOS AJUSTADOS

En el cuadro 8. se observan los rendimientos experimentales corregidos de acuerdo a la igualdad estadística de los rendimientos.

Los rendimientos fueron ajustados en un 25% ya que el rendimiento obtenido supera en ese porcentaje a los obtenidos por los productores de la localidad.

Cuadro 8.

CALCULO DE RENDIMIENTOS AJUSTADOS, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Tratamiento	Rendimiento Experimental (TM/ha)	Prueba de Tukey	Tasa de Ajuste	Rendimientos Ajustados (TM/ha)
T4 Test Relativo (bayfolan)	28.55	A	0.25	21.41
T3 FFO Avícola	28.55	A	0.25	21.41
T2 FFO Porcino	26	B	0.25	19.50
T5 Testigo Absoluto	22.6	C	0.25	16.95
T1 FFO Bovino	22.1	D	0.25	16.60

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

Rendimiento ajustado = rendimiento experimental * (1- tasa de ajuste)

4.4.5. CALCULO DE BENEFICIO BRUTO Y NETO DE CAMPO.

Multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto (Q. 2,023.15 TM/HA), se obtuvo el beneficio bruto y luego sustrayendo de éste último los costos que varían se obtuvo el beneficio neto.

Cuadro 9.

CALCULO DE BENEFICIO BRUTO Y NETO DE CAMPO, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Tratamiento	Rendimiento Ajustado TM/HA	Beneficio Bruto Q.	Costo que Varia Q.	Beneficio Neto Q.
T1FFO Bovino	16.60	33, 584.29	1,452.00	32, 132.29
T2FFO Porcino	19.50	39, 451.42	1,473.12	37, 978.30
T3 FFO Avícola	21.41	43, 315.64	1,478.62	41,840.02
T4 Testigo Relativo (Bayfolan)	21.41	43, 315.64	1,562.00	41, 753.64
T5 Testigo Absoluto	16.95	34, 292.40	0	34, 292.40

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

BB = PCQ * Rendimiento ajustado

BN = BB – CV

4.4.6. ANÁLISIS DE DOMINANCIA

En el cuadro 10 se observa el análisis de dominancia, en este análisis se organizaron los datos de costos que varían y beneficio neto de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir de menor a mayor.

Este análisis se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos, es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios, en este caso los tratamientos no dominados fueron los tratamientos T5, T2 y T3.

Cuadro 10.

ANÁLISIS DE DOMINANCIA, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Tratamientos	Costos que Varían Q.	Beneficio Neto Q.	Observación de cambio de Tratamiento	Conclusión de Observación
T5 Testigo absoluto	0	34, 292.40	-----	No Dominado
T1 FFO Bovino	1,452.00	32, 132.29	T5 a T1	Dominado
T2 FFO Porcino	1,473.12	37, 978.30	T5 a T2	No Dominado
T3 FFO Avícola	1,478.62	41,840.02	T2 a T3	No Dominado
T4 Testigo Relativo (bayfolan)	1,562.00	41, 753.64	T3 a T4	Dominado

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

4.4.7. CALCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL.

En el cuadro 11 se determinaron las tasas de retorno marginal para los tratamientos no dominados, según se observa para el tratamiento No. 3 se obtuvo la tasa de retorno marginal más alta, es decir que se obtiene con este tratamiento el mejor rendimiento por inversión.

La tasa de retorno marginal se determinó, calculando primeramente el incremento del beneficio neto y de los costos que varían al cambiar de un tratamiento a otro, luego se dividió el incremento del beneficio neto entre el incremento de los costos que varían, multiplicando éste resultado por 100%.

Cuadro 11.

CALCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL, DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS T5, T2 Y T3, OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Tratamiento	Beneficio Neto Q	Costos que Varían Q.	a) >Beneficio Neto Q.	b) >Costos que Varían	(a/b) * 100 TRM %
T5 Testigo Absoluto	34,292.40	0.00	0.00	0.00	0.00
T2 FFO Porcino	37,978.30	1,473.12	3,685.90	1,473.12	250.10
T3 FFO Avícola	41,840.02	1,478.62	3,861.72	5.50	70213.10

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

4.4.8. ANÁLISIS DE RESIDUOS.

En el cuadro 12. se observan los resultados de la comparación entre los tratamientos no dominados T5, T2 y T3, estableciéndose que el T3 es el más rentable al obtenerse de éste los mayores residuos, comprobándose con este análisis la rentabilidad del mismo. Para el cálculo de los residuos se restó de los beneficios netos el costo de oportunidad de los costos que varían.

Cuadro 12.

ANÁLISIS DE RESIDUOS, DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS T5, T2 Y T3 OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS MAS UN TESTIGO RELATIVO Y UN TESTIGO ABSOLUTO, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD TOLLOCAN, EN ALDEA SAN ANTONIO, IXCHIGUAN, SAN MARCOS.

Tratamientos	Costos que Varían Q.	Beneficio Neto Q.	Costos de oportunidad de los CV Q.	Residuos Q.
T5 Testigo Absoluto	0	34,292.40	0	34,292.40
T2 FFO Porcino	1,473.12	37,978.30	1,473.12	36,505.18
T3 FFO Avícola	1,478.62	41,840.02	1,478.62	40,361.40

Fuente: información obtenida durante la realización de la investigación.

El análisis de presupuestos parciales para la presente investigación establece que el tratamiento más rentable fue el tratamiento No. 3 fertilizante foliar orgánico de aves; obteniéndose un residuo de Q. 40,361.40. La anterior información es necesaria para poder tomar la decisión de recomendar el uso del fertilizante foliar orgánico de aves, para elevar el rendimiento en el cultivo de papa variedad Tollocan, sobre la base de criterios estadísticos y económicos, para las condiciones climáticas y edafológicas de la aldea San Antonio, Ixchiguan, San Marcos.

V. CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación realizada a continuación se presentan las siguientes conclusiones:

- 5.1. A través del análisis de calidad de tubérculo para la presente investigación se determinó que el tratamiento 2 (fertilizante foliar orgánico de porcino), produjo la mayor cantidad de tubérculos de primera calidad con un 49.40% de la producción clasificada como papa de primera. La anterior información indica que la utilización de este tratamiento da un producto de calidad superior que aumenta las posibilidades de participar en los mercados internacionales. En base a lo anterior se rechaza la hipótesis nula Ho.1.
- 5.2. En el análisis de rendimiento en TM/HA para la presente investigación se determinó que el tratamiento 3 (fertilizante foliar orgánico de aves), obtuvo el mejor rendimiento con 28.5TM/HA, por tal razón se afirma que el mismo es eficiente para mejorar los rendimientos en el cultivo de papa variedad Tollocan para la Aldea San Antonio, Ixchiguan, San Marcos. En base a lo anterior se rechaza la hipótesis nula Ho.2.
- 5.3. El análisis económico con presupuestos parciales determinó que el tratamiento 3 (fertilizante foliar orgánico de aves), es el más rentable; estimándose la obtención de un residuo de Q. 40, 361.40 por hectárea. Considerando lo anterior se rechaza la hipótesis nula Ho.3.
- 5.4. De acuerdo a los buenos resultados de las variables calidad y rendimiento, se concluye que la utilización de los biodigestores para la creación de los fertilizantes foliares orgánicos fue una tecnología atinada ya que en él se emplearon materiales que enriquecieron los fertilizantes foliares orgánicos aportando los nutrientes complementarios a las plantas.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis y las conclusiones mencionadas para la investigación, se presentan las siguientes recomendaciones.

- 6.1 Se recomienda el uso del tratamiento 3 (fertilizante foliar orgánico avícola), a los productores de papa variedad Tollocan de la aldea San Antonio, Ixchiguán, San Marcos, pues este tratamiento presentó los mejores resultados a nivel agronómico y económico.
- 6.2. Se recomienda evaluar el uso del fertilizante foliar orgánico de aves, en otras localidades productoras de papa que difieran edafo-climáticamente a las condiciones propias de la Aldea San Antonio.
- 6.3. Se recomienda evaluar la aplicación del fertilizante foliar orgánico de aves en una etapa de crecimiento diferente a la que se aplicó en esta investigación, se propone que el periodo para iniciar las aplicaciones sea a partir de los primeros 25 días después de la siembra, hasta llegar a los 80 días después de la misma. Lo anterior se propone considerando que en esta investigación se inició la aplicación a los 50 días después de la siembra y se obtuvieron buenos resultados, pero aplicando el fertilizante foliar orgánico de aves desde una etapa más temprana, posiblemente mejoren aún más los rendimientos que se obtuvieron en la presente investigación.
- 6.4. De acuerdo a los resultados alcanzados con los fertilizantes foliares orgánicos evaluados, que se elaboraron a base de estiércol de ganado bovino, porcino y avícola, se recomienda evaluar diferentes mezclas de estiércoles en los biodigestores para la obtención de fertilizantes foliares orgánicos que mejoren los resultados obtenidos tanto en calidad como en rendimiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. BADILLO, T., V. CASTELLANOS J. 1997. Niveles de referencia de nitrógeno en tejido vegetal de papa variedad alpha. Querétaro, México. 1-3pp.
2. CASTRO, F., H. E. I.A UPTC. 1999. Tunja. MSc. Manejo de Suelos. Profesor asociado Manejo de Suelos y Fertilizantes. UPTC. Coordinador Grupo Interinstitucional en Suelos Sulfatados Ácidos Tropicales (GISSAT).
3. CASTRO, A. 2002. Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Papa. (Bioaggil fertilización proactiva). disponible en www.bioaggil.com. 1-8pp.
4. CERVANTES, J. 2006 – 2012. Artículos agrícolas. Disponible en www.marijuanagrowing.com/dhtml/media_articles_es_16_2.php. 1-2 pp.
5. COLQUE, T., RODRÍGUEZ, D., MUJICA, A. 2005. Producción de abono líquido natural y ecológico. Estiércol Perú. 4-16pp.
6. CUBERO, D., VIERA M. 1999. Abonos orgánicos Vrs Abonos químicos. ¿Son compatibles para la agricultura? 1-7pp
7. DELBINO, F. 2005. Fertilizante Foliar Orgánico, Departamento primaria Milkaut S.A. disponible en www.ffe-sa.com.ar/index.php?s=newsDetalle&news_id=3
8. DE PAZ, R. 2006. Diseños y Análisis de Experimentos Agrícolas, Quetzaltenango, Guatemala. 6-27pp.

9. DOCUMENTO ALBA FÉRTIL, Nutrición de la Plantas, Guatemala, 1-41pp.
10. GÓMEZ, M., I. 2003. Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos. Documento interno. Dirección de Investigación. Microfertisa. Bogotá. 31 p.
11. GÓMEZ, S., M. I.A UPTC TUNJA. 1999. MSc. Suelos y Aguas UNAL- Bogotá. Candidato a Maestría en Nutrición Mineral UPCT. España. Director de Investigación y Desarrollo MICROFERTISA S.A.
<http://www.tesisymonografias.net/FER...CION-FOLIAR/1/>
12. HERNÁNDEZ, M., A. E. 2006. Evaluación del efecto de tres dosis de thidiazuron como compensador de frío, en el cultivo de melocotón (*Prunus persica*) variedad Salcaja bajo las condiciones de la labor San Isidro Los Pinos, Quetzaltenango, Guatemala. 33-61pp.
13. MALAVOLTA, E. 1998. Aspectos de la aplicación foliar con micronutrientes. En Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá. P. 67 - 87.
14. MARSHNER, H. 1998. Mineral Nutrition of Higher plants. 2a Edition Academy Press. New York.
15. MENGEL, K., KIRKBY, E. A. 1987. Principles of Plant Nutrition. 4a ed. Internal. Potash Institute, Berna 687 p.

16. MELÉNDEZ, G., SOTO G. 2007. Conociendo los abonos orgánicos, CIA, CATIE, ACCS. Costa Rica. 2-6pp.
17. RACANCOJ, A. 2011. Diagnostico de Aldea San Antonio, Municipio de Ixchiguan, San Marcos, Guatemala. 8-10pp
18. RESTREPO, J. 2007. Elaboración de abonos orgánicos con base en estiércol enriquecido con minerales y manejo de la nutrición y biofertilizantes para el cultivo del café orgánico. 3-28pp.
19. REYES, H., M. 2001. Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales, Guatemala, 1-28pp.
20. RIVERA J., F. 2002, El cultivo de la papa en Guatemala, ICTA, MAGA CARE, municipio de Quetzaltenango. 18-37pp.
21. SAMAYOA L., L. F. 2007. Evaluación de cinco estrategias de aplicación de cinco fungicidas diferentes para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*), en el parcelamiento La Blanca Ocos, San Marcos. 17-49pp.
22. SANCÉ, N., J. E. 1998. Evaluación de cuatro productos orgánicos y un químico como fertilizantes foliares sobre el rendimiento del cultivo de frijol, en el municipio de Ipala, Chiquimula, Guatemala. 20-50pp.
23. SUQUILANDA, V., M. B. 2004. Producción Orgánica de cultivos andinos, manual técnico. Ecuador. 2-15pp.
24. TARSY, C. 1991. Utilización de residuos ganaderos en Galicia. (Instituto de Investigación Agrobiológica de Galicia-CSIC). Galicia, España. 157-169 pp.

25. VANEGAS V., C. 2005. Fertilizante foliar complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. Contacto cesarvenegasv@hotmail.com, 1-9pp.

VIII ANEXOS
8.1 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN.
ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS



COSECHA DE FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS



MEDICIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL



SIEMBRA DE PAPA





APLICACIÓN DE FERTILIZANTE GRANULADO



PRIMERA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS



PRIMERA MEDICIÓN DE LA VARIABLE ALTURA DE PLANTAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTE FOLIARES



SEGUNDA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES



SEGUNDA MEDICIÓN DE LA VARIABLE ALTURA DE PLANTAS



COSECHA DE CULTIVO DE PAPA



RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO



8.2. ANEXO FICHA DE CONTROL NÚMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS

EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA.

VARIABLE NUMERO PROMEDIO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Tratamiento 4 PROMEDIO= 7.50	Tratamiento 1PROMEDIO= 6	Tratamiento 3PROMEDIO= 6	Tratamiento 2PROMEDIO = 5	Tratamiento 5PROMEDIO= 4
Tratamiento 1PROMEDIO= 8	Tratamiento 5PROMEDIO= 6	Tratamiento 2PROMEDIO= 6	Tratamiento 3PROMEDIO = 5.2	Tratamiento 4PROMEDIO= 6
Tratamiento 2PROMEDIO = 6	Tratamiento 3PROMEDIO= 6	Tratamiento 4PROMEDIO= 5	Tratamiento 5PROMEDIO = 5	Tratamiento 1PROMEDIO= 7
Tratamiento 5PROMEDIO= 5	Tratamiento 2PROMEDIO= 7	Tratamiento 1PROMEDIO= 6	Tratamiento 4PROMEDIO = 6.30	Tratamiento 3PROMEDIO= 5

OBSERVACIONES:

- T1= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE BOVINOS = 6.75
- T2= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE PORCINOS = 6
- T3 = FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO AVÍCOLA = 5.55
- T4 = TESTIGO RELATIVO BAYFOLAN = 6.2
- T5 = TESTIGO ABSOLUTO = 5

8.3 ANEXO FICHA DE CONTROL CALIDAD DE TUBÉRCULOS

EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA.

VARIABLE DE CALIDAD DE TUBÉRCULOS

SE PESARON 100 LBS. DE CADA TRATAMIENTO

T1= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE BOVINOS

37.20 LBS PESO DE 150-170 GRS. = 37.20% DE PAPA DE PRIMERA CALIDAD
43.80 LBS PESO DE 100-149 GRS = 43.80% DE PAPA DE SEGUNDA CALIDAD
11.40 LBS PESO DE 80-99 GRS = 11.40 % DE PAPA DE TERCERA CALIDAD
7.60 LBS PESO DE 79> GRS = 7.60% DE PAPA DE RECHAZO

T2= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE PORCINOS

49.40 LBS PESO DE 150-170 GRS. = 49.40% DE PAPA DE PRIMERA CALIDAD
35.10 LBS PESO DE 100-149 GRS = 35.10% DE PAPA DE SEGUNDA CALIDAD
13.90 LBS PESO DE 80-99 GRS = 13.90 % DE PAPA DE TERCERA CALIDAD
5.60 LBS PESO DE 79> GRS = 5.60% DE PAPA DE RECHAZO

T3 = FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO AVÍCOLA

47.10 LBS. PESO DE 150-170 GRS. = 47.10% DE PAPA DE PRIMERA CALIDAD
30.30 LBS PESO DE 100-149 GRS = 30.30% DE PAPA DE SEGUNDA CALIDAD
15.90 LBS PESO DE 80-99 GRS = 15.90 % DE PAPA DE TERCERA CALIDAD
6.70 LBS PESO DE 79> GRS = 6.70% DE PAPA DE RECHAZO

T4 = TESTIGO RELATIVO BAYFOLAN

40.25 LBS PESO DE 150-170 GRS. = 40.25% DE PAPA DE PRIMERA CALIDAD
42.00 LBS PESO DE 100-149 GRS = 42.00% DE PAPA DE SEGUNDA CALIDAD
10.75 LBS PESO DE 80-99 GRS = 10.75 % DE PAPA DE TERCERA CALIDAD
7.00 LBS PESO DE 79> GRS = 7.00% DE PAPA DE RECHAZO

T5 = TESTIGO ABSOLUTO = 22.60 TM/HA

38.43 LBS PESO DE 150-170 GRS. = 38.43% DE PAPA DE PRIMERA CALIDAD
30.27 LBS PESO DE 100-149 GRS = 30.27% DE PAPA DE SEGUNDA CALIDAD
20.20 LBS PESO DE 80-99 GRS = 20.20 % DE PAPA DE TERCERA CALIDAD
11.10 LBS PESO DE 79> GRS = 11.10% DE PAPA DE RECHAZO

8.4. ANEXO FICHA DE CONTROL RENDIMIENTO TM/HA

EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES ORGÁNICOS ELABORADOS A TRAVÉS DE BIODIGESTORES, PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN ALDEA SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE IXCHIGUAN, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA.

VARIABLE RENDIMIENTO TM/HA

Tratamiento 4 PROMEDIO= 29.8 TM/HA	Tratamiento 1PROMEDIO= 26.40 TM/HA	Tratamiento 3PROMEDIO= 30.70 TM/HA	Tratamiento 2PROMEDIO = 24 TM/HA	Tratamiento 5PROMEDIO= 23.4 TM/HA
Tratamiento 1PROMEDIO= 23 TM/HA	Tratamiento 5PROMEDIO= 26.5 TM/HA	Tratamiento 2PROMEDIO= 28 TM/HA	Tratamiento 3PROMEDIO = 26.30 TM/HA	Tratamiento 4PROMEDIO= 27.4 TM/HA
Tratamiento 2PROMEDIO = 29 TM/HA	Tratamiento 3PROMEDIO= 29.50 TM/HA	Tratamiento 4PROMEDIO= 30.70 TM/HA	Tratamiento 5PROMEDIO = 18.80 TM/HA	Tratamiento 1PROMEDIO= 21 TM/HA
Tratamiento 5PROMEDIO= 21.70 TM/HA	Tratamiento 2PROMEDIO= 23 TM/HA	Tratamiento 1PROMEDIO= 18 TM/HA	Tratamiento 4PROMEDIO = 26.5 TM/HA	Tratamiento 3PROMEDIO= 27.50 TM/HA

OBSERVACIONES:

T1= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE BOVINOS = 22.10 TM/HA
T2= FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO DE PORCINOS = 26 TM/HA
T3 = FERTILIZANTE FOLIAR ORGÁNICO AVÍCOLA = 28.50 TM/HA
T4 = TESTIGO RELATIVO BAYFOLAN = 28.60 TM/HA
T5 = TESTIGO ABSOLUTO = 22.60 TM/HA.

