

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISION DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DEL SUELO**



Evaluación de tres paquetes tecnológicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)  
Cv. Fianna

**Por:**

**LUIS ALBERTO SANTIAGO GARCIA**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

**Ingeniero Agrícola y Ambiental**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2014

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE INGENIERIA**

Evaluación de tres paquetes tecnológicos para la producción del cultivo de papa  
(*Solanum tuberosum*) Cv. Fianna

**POR:**

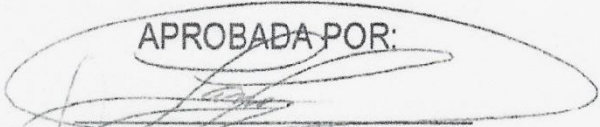
**LUIS ALBERTO SANTIAGO GARCIA**

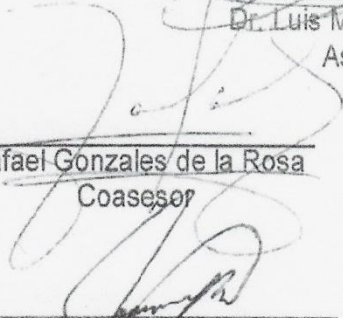
TESIS


**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:**


**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

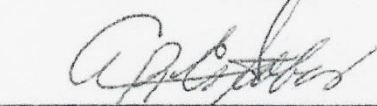
**APROBADA POR:**

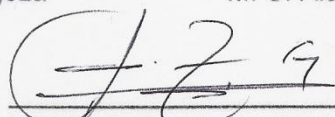
  
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza  
Asesor principal

  
M. C. Rafael Gonzales de la Rosa  
Coasesor

  
M. C. Juan Manuel Cepeda Dovala  
Coasesor

  
Ing. Valentín Pineda Raygoza  
Coasesor

  
M. C. Alejandra R. Escobar Sánchez  
Coasesor

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez



EL CORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA  
Coordinación de

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

A ti señor por permitirme llegar a este momento de mi vida, por haberme iluminado en los momentos difíciles y llevarme en tus brazos y nunca dejarme solo cuando lo necesite.

A mi ALMA TERRA MATER. Gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme cobijado durante esta etapa y darme la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza con respeto y admiración por la orientación, asesoramiento que me brindo en el tiempo de estancia de la carrera y en especial, en el presente trabajo de investigación y sobre todo por su confianza y amistad.

Al M. C. Juan Manuel Cepeda Dovala por su incondicional apoyo, asesoramiento, disponibilidad de tiempo y consejos para la realización del presente trabajo de investigación y por brindarme su amistad.

Al Ing. Valentín Pineda Raygoza por su incondicional apoyo, asesoramiento, disponibilidad de tiempo y consejos para la realización del presente trabajo de investigación y por brindarme su amistad.

A la M. C. Alejandra R. Escobar Sánchez por su incondicional apoyo, asesoramiento, disponibilidad de tiempo y consejos para la realización del presente trabajo de investigación y por brindarme su amistad.

A las empresas FERTIRRAMOS Y MIYAMONTE por el apoyo de los paquetes para la realización de esta investigación.

A todos los profesores del departamento de ciencias del suelo que me impartieron clases y a todos aquellos que de alguna forma me apoyaron y brindaron su amistad en el trayecto de mi carrera.

A todos mis compañeros de generación C. ingeniero agrícola y ambiental por brindarme su apoyo y amistad a lo largo de mi estancia en la universidad.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente compartieron sus conocimientos a lo largo de este trayecto de mi carrera.

## **DEDICATORIAS**

**Con todo respeto y cariño.**

### **A MIS PADRES**

**Homero Santiago Moreno  
María Érica García Velasco**

A quienes les estaré eternamente agradecido, por brindarme la mejor herencia, la educación y por su gran esfuerzo, amor y confianza que depositaron en mí. Que dios los bendiga.

### **A MIS HERMANOS**

**Ayer Daniel Santiago García  
Maricruz Santiago García**

Por brindarme su cariño, amor y apoyo incondicional, a ustedes por ser un pilar en mi vida y un estímulo para seguir adelante.

### **A MIS FAMILIARES**

Por estar siempre unidos y compartir todas aquellas alegrías, tristezas y su apoyo en todo el trayecto de mi carrera.

### **A MIS AMIGOS**

A mis amigos Alberto, Eliel, Catalina, Daniela, Cesar, Arely, Víctor, por su amistad incondicional, por vivir momentos alegres, confianza, consejos y apoyos demostrados.

ÍNDICE DE CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE GRAFICAS.....	vii
INTRODUCCION. ....	1
objetivos.....	2
hipotesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del cultivo de papa.....	3
Origen e historia.....	3
clasificación taxonomica. ....	4
Requerimientos climáticos y edáficos. ....	4
Temperatura.....	4
Humedad.....	5
Luz.....	5
Fotoperiodo. ....	5
Requerimiento edáfico. ....	5
Botánica y morfología de la papa.....	6
Parte aérea. ....	7
Tallos.....	7
Hojas.....	7
Flores.....	7
Frutos.....	7
Parte subterránea.....	8
Requerimientos agroecológicos para el cultivo de la papa. ....	9

Clima. ....	9
Temperatura. ....	9
Altitudes. ....	9
Precipitación. ....	9
Suelo. ....	9
PH. ....	10
Luz. ....	10
Control de malezas. ....	10
Principales plagas y enfermedades. ....	10
Plagas. ....	10
Mosquita blanca. ....	11
Pulgones. ....	11
Paratrioza. ....	12
Gusano soldado. ....	13
Palomilla. ....	13
Enfermedades. ....	14
Tizón tardío. ....	14
Tizón temprano. ....	15
Rhizoctonia o costa negra. ....	16
Roña común. ....	16
Fertilización. ....	17
Importancia del balance nutricional de la planta. ....	19
Contenido nutricional de la papa. ....	19
Fertilización e importancia en el cultivo de papa. ....	21
Fertilización foliar. ....	22
Propósitos de la fertilización foliar. ....	23
Mecanismos de absorción de nutrimentos. ....	23
Respuestas del cultivo a la fertilización foliar. ....	25

Fertirriego.....	25
Ácidos húmicos y Ácidos fúlvicos.....	25
Fertilización de fondo .....	26
Carbono (c).....	27
Oxigeno (O).....	27
Hidrogeno (H).....	27
Nitrógeno (N).....	28
Fosforo (P).....	29
Potasio (P).....	30
Calcio (C).....	30
Magnesio (M).....	31
Azufre (S) .....	32
Fierro (Fe).....	33
Manganeso (Mn) .....	33
Zinc (Zn) .....	34
Cobre (Cu).....	35
Boro (B) .....	35
Molibdeno (Mo).....	36
Cloro (Cl) .....	36
Componentes del rendimiento del cultivo de papa.....	37
MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
Localización del sitio experimental.....	38
Características del sitio experimental.....	39
Parámetros a evaluar.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
Análisis económico. ....	52
CONCLUSIÓN.....	54
BIBLIOGRAFIA .....	55

APENDICE.....	58
---------------	----

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fertilización del cultivo de papa .....	18
Cuadro 2. Dosis utilizada por el agricultor.....	18
Cuadro 3. Composición química de la papa. ....	20
Cuadro 4: Descripción de los tratamientos.....	41
Cuadro 5: Clasificación de tubérculos por calidad.....	44
Cuadro 6: tubérculos por tallo por metro.....	45
Cuadro 7: Cuadro 6. ANVA rendimiento total (ton/ha).....	51
Cuadro 8: Comparación de medias del rendimiento total/ha.....	51
Cuadro 9: Costos de producción del cultivo de papa, para la región de perote, Veracruz.....	53
Cuadro 10: Relación Costo- Beneficio del cultivo de papa, para la región de perote, Veracruz.....	53



## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Tubérculos por de tallos por planta.....	46
Grafica 2. Rendimiento por calidad 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> . Por hectárea del Testigo.....	47
Grafica 3. Rendimiento por calidad 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> . Por hectárea del paquete 1.....	48
Grafica 4. Rendimiento por calidad 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> . Por hectárea del paquete 2.....	49
Grafica 5. Rendimiento total de tubérculos por hectárea de los 3 paquetes.....	50

## RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo en el rancho La Herradura, municipio de Perote, Veracruz. El experimento se encuentra ubicado en las coordenadas 19° 37' 18.85" latitud norte y 97° 16' 00.65". Longitud oeste, a una altura de 2,384 metros sobre el nivel del mar. El objetivo fue la Evaluación de tres paquetes tecnológicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) Cv. Fianna. Se tuvieron 3 tratamientos con 3 repeticiones con un arreglo factorial de bloques completos al azar. Las variables evaluadas fueron tubérculos por tallo, calidad del tubérculo, rendimiento total y un análisis económico. Los resultados tuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Palabras claves.** Papa, desarrollo, calidad, rendimiento, fertilización foliar.

## INTRODUCCION.

El cultivo de papa tiene gran importancia en la vida del hombre, ya que forma parte de nuestra alimentación como fuente de vitaminas, minerales y proteínas principalmente, así mismo ocupan un lugar importante de la economía nacional, dado a su explotación generando divisas debido a su exportación.

La papa es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. La producción anual de papa presenta aproximadamente la mitad de la producción mundial de todas a las raíces y tubérculos. El producto llega a más de mil millones de consumidores de todo el mundo; dentro de este total, figuran 500 millones de consumidores de los países en vías de desarrollo, cuya dieta básica incluye la papa.

En la región de Perote, Veracruz, la papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de importancia económica no solo por su contribución en la que genera ingresos a la región. Aun así, a este cultivo se le ha dado poca importancia, debido a que las investigaciones, capacitación y la asistencia técnica han sido esporádicas y con muy poca difusión sobre los resultados obtenidos y también en lo relacionado con costos de producción.

En el municipio de Perote se realiza actividad agrícola que esta sustentando en el cultivo de papa, sin embargo ha disminuido drásticamente debido a diversos factores como, la competencia generada por productores con alta tecnología y volumen de producción elevados, localizados en los estados de Sonora, Sinaloa y Chihuahua que inciden en los mercados nacionales.

En el valle de Perote los productores con sistema de riego enfrentan problemas de altos costos de producción, principalmente en el área de agroquímicos y costos de energía eléctrica para el manejo de los pozos en comparación con los productores de la montaña bajo régimen de temporal que persisten en una agricultura más tradicionalista.

Por lo que consideramos necesario, hacer un estudio con 3 paquetes tecnológicos. Donde un “paquete tecnológico, tiene como finalidad integrar diversos productos, en un sistema de producción agrícola desde la siembra, desarrollo y cosecha del cultivo, esto con la finalidad de mejorar la calidad e incrementar el rendimiento del cultivo”.

## **OBJETIVOS.**

1. Obtener el mejor tratamiento en cuanto a la aplicación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de papa.
2. Evaluar la respuesta en el rendimiento y calidad del fruto con los tratamientos aplicados.
3. Evaluar el efecto de diferentes productos foliares en la relación beneficio costo.

## **HIPOTESIS.**

El uso de paquetes tecnológicos en la producción de papa influye en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de papa.

Es posible que no todos los paquetes tecnológicos den el mismo resultado que son específicos por la variedad y la zona productora.

## **REVISIÓN DE LITERATURA.**

Generalidades del cultivo de papa.

Origen e historia.

Este tubérculo recibió el nombre de papolt por parte de los nahoas y actualmente es conocida comúnmente como papa y menos frecuente como patata.

La papa es originaria de la región sur de América, de la zona andina que comprende los países de Perú, Ecuador, Bolivia, y las costas e islas del sur de Chile.

Algunas variedades silvestres son originarias de México. Los incas del Perú cultivaban esta hortaliza desde hace dos mil años, lo que habla de la tradición de este producto en las culturas indígenas del continente. Fue introducida a Europa después de la conquista de los españoles, apareciendo gradualmente en varios países europeos durante los siglos XVII y XVIII.

Durante el periodo de 1600 a 1845, la papa se constituyó como la principal fuente de alimentos de Irlanda, siendo los inmigrantes de este país, los que la trajeron a Norteamérica en el año de 1719.

Por sus altos rendimientos por hectárea y sus características alimenticias, diversas naciones del viejo mundo incorporaron su cultivo con el fin de evitar los rigores de las hambrunas entre sus pueblos. (PANORAMA MUNDIAL DE LA PAPA 1994-2001)

## **CLASIFICACIÓN TAXONOMICA.**

Clasificación taxonómica, de acuerdo con Báez (1983)

Tipo:.....Angiospermae  
Reino:.....Plantae  
Subreino: .....Embryophyta  
División: .....Espermatophyta  
Clase: .....Magnoliopsida  
Subclase: .....Gamopétala  
Orden: .....Tubiflora  
Familia:..... Solanaceae  
Género:..... Solanum  
Subgénero:.....Pachystemonum  
Sección:.....tuberarium  
Subsección: .....Hyperbasarthrum  
Especie: .....Tuberosum.

## **Requerimientos climáticos y edáficos.**

### **Temperatura.**

El fotoperiodo y la temperatura afectan la formación de tubérculos en días largos. La formación de tubérculos ocurre si la temperatura es inferior a 20° C. Yamaguchi (1983).

Para un buen crecimiento del follaje se necesita una temperatura más alta para un, no sobrepasando de los 30°C. Durante la tuberización es importante que la temperatura se encuentre entre los 16y 20° C, y en regiones calientes es esencial que las noches sean frescas para ayudar a la inducción de la tuberización.

**Humedad.**

La planta de papa requiere una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua requerida por el cultivo es aproximadamente de 500 mm.

Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta solo requiere pequeñas cantidades de agua, pero después y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto, así mismo, para facilitar la cosecha, el campo debe de estar seco. Una deficiencia durante la época de crecimiento de la planta, disminuye la producción y provoca la malformación del tubérculo (SEP, 1987).

**Luz.**

El tubérculo no requiere luz para brotar, sin embargo cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante largos periodos de tiempo reduce la tuberización.

**Fotoperiodo.**

USDA (1969), reporta que los días cortos aceleran la maduración y los días largos fomentan el crecimiento de los tallos de las matas. La maduración completa imparte a la papa una calidad mayor y mejor.

**Requerimiento edáfico.**

La papa puede crecer en casi todos los tipos de suelos, excepto en suelos muy húmedos, dado que este factor origina que la semilla se pudra.

La profundidad de la capa de tierra cultivable debe ser, por lo menos de 35 cm para que las raíces y los tubérculos puedan desarrollarse adecuadamente (sep. 1987).

La acidez del suelo o pH debe estar entre 5.5 y 7.0; la cantidad de sales debe de ser baja, y la cantidad de materia orgánica debe ser superior a 2% como mínimo, para que el suelo no forme costras (SEP 1987).

Santos et al. (1988) menciona que los mejores suelos para el desarrollo de la papa son orgánicos, fértiles, porosos, profundos y bien drenados. De ahí que los más indicados sean los francos, franco-arenosos y franco-limoso con suelo profundo y de buen drenaje.

### **Botánica y morfología de la papa.**

La papa pertenece a la familia solanácea, cuyo nombre científico es (*Solanumtuberosum l*) es una planta herbácea, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatoza de la cual se origina los tubérculos. El género Solanum, es muy basto (alrededor de 1.400 especies) y ampliamente distribuido en el mundo. Sin embargo hay una fuerte concentración de especies en América del sur y América central (Rousselle, Robert y Cronsniier 1999).

## **Parte aérea.**

### **Tallos.**

Son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en las yemas del tubérculo siendo su altura variable entre 0.5 y un metro. Son de color verde pardo. El corte de la sección transversal es hueco y triangular, se considera que un tallo es el tallo principal se crece directamente del tubérculo semilla madre. Las ramas laterales que salen al tallo principal se llaman tallos secundarios (Alonso arce 2002).

### **Hojas.**

Son compuestas, imparipinadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares cuyo número y tamaño es un carácter varietal, aun que está influenciado por las condiciones del crecimiento, la nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo. (Ruiz 1992).

### **Flores.**

Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Los estambres son el órgano masculino llamado androceo, y el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo.

### **Frutos.**

Los frutos tienen forma de una baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm de diámetro que se tornan amarillos al madurar. Constan de dos cavidades o lóbulos en los que se antojan las semillas, el número de semilla es muy variable y pueden ir desde ninguna hasta más de trescientas (Alonso arce 2002).



## **Parte subterránea.**

### **Raíz**

Las raíces son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y solo adquieren un buen desarrollo en un suelo blando. (Ruiz 1992), menciona que las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla forma una delicada raíz axomorfa con ramificaciones laterales, cuando crece de un tubérculo forma raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Los rizomas son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen un hinchamiento denominados tubérculos. Se puede considerar al tubérculo como una parte del tallo que se ha adaptado para almacenar reservas y para la producción este se forma en el extremo del estolón como consecuencia de la acumulación de reservas que se produce por el rápido desarrollo y división celular Alonso arce. (2002).

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en el ojo del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante: pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en al ápice o totalmente coloreados.

El extremo basal del brote normalmente forma la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas.

Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo.

## **Requerimientos agroecológicos para el cultivo de la papa.**

### **Clima.**

Clima fresco, sin extremo de temperatura. Se siembra en el invierno, calculando que al nacer, hayan pasado las heladas, y que por otra parte el cultivo no alcance ya la época de mayores lluvias o con roció (Fersin 1986 y Bayer 1991).

### **Temperatura.**

Las temperaturas más favorables para su cultivo son las de 13-18 °C. (Fersin 1986).

### **Altitudes.**

Para un buen desarrollo adecuado del cultivo se requieren altitudes 500 a 3000 msnm. (Casseres y Valdez 1990).

### **Precipitación.**

Los requerimientos de agua que necesita el cultivo de la papa para la obtención de una buena cosecha es de 300- 700 mm durante el periodo vegetativo. (Rosas 1992).

### **Suelo.**

Es una planta que requiere suelos profundos, francos-arenosos y fértiles. La papa es poco exigente a las condiciones edáficas, solo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo (Raymond 1984).

## **PH**

El pH ideal para su buen desarrollo debe estar entre 6.5 y 5.5.

## **Luz.**

La subespecie tuberosum requiere para desarrollar su área foliar de fotoperiodo largo (más de 14 horas de luz).

## **Control de malezas**

Las malezas compiten con el cultivo por luz, nutrientes, agua y espacio, algunas malezas dañan el cultivo produciendo sustancias tóxicas u hospedando plagas o enfermedades y esto afecta en gran escala a el cultivo. Un tratamiento de preemergencia durante la nacencia y pos emergencia, se debe aplicar herbicidas específicos totalmente selectivos del cultivo, después se realiza un desborde del surco con cultivadora. (Rousselle, Robert y Crosnier 1999).

## **Principales plagas y enfermedades**

El conocimiento de los síntomas de plagas y las enfermedades es fundamental para poder elegir las opciones más adecuadas para cada caso. Con esta tabla se pretende que el agricultor conozca los síntomas y qué tipo de producto puede utilizar.

## **Plagas.**

La producción de papa está fuertemente influenciada por numerosos factores ambientales. Su desarrollo puede estar afectado por la falta de agua, nutrientes del suelo y por la presencia de plagas que pueden afectar al cultivo

disminuyendo el rendimiento y la calidad de los tubérculos, a continuación se presentan las principales plagas que afectan gravemente al cultivo.

**Mosquita blanca.** (*Bemisia tabaco*, *B. tabaci* biotipo B= *B. arargentifoli*)

**Descripción:** plaga chupadora que forma colonias en el envés de las hojas. El género *Bemisia* es más peligroso, adultos de color blanco (1-1.5 mm) con alas en tejado (*bemisia*) o aplanadas (*trialeudores*). Huevecillos amarillos (0.2 mm). Ninfas amarillo-verdosos (hasta 0.7 mm), como escamas.

**Biología:** la hembra deposita hasta 300 huevecillos en 10-40 días; 4 estadios ninfales.

**Duración del ciclo biológico:** 17-35 días, varias generaciones anuales.

**Daños:** merma el rendimiento, la calidad de frutos, y transmite fumagina. No se sabe si en México la mosquita blanca transmite enfermedades virosas.

**Pulgones.** (*Myzuspersicae*, *Macrosiphumeuphorbiae*)

**Descripción:** los pulgones son chupadores diminutos que colonizan el envés de las hojas. Las hembras son aladas u ópteras. Las hembras ápteras de *myzus* (1.5-2.5 mm) son verde-amarillas; ninfas y hembras aladas de *macrosiphum* (4mm) son verdes; las ópteras pueden ser rosadas.

**Biología:** sin necesidad del macho, las hembras (*myzus*) paren 30-80 ninfas (4-5 estadios ninfales); hembras (*macrosiphum*) paren 70 ninfas.

**Duración del ciclo biológico:** 14- 20 días (*myzus*); 21-42 días (*macrosiphum*). Varias generaciones anuales.

**Daños:** la succión de savia debilita las plantas y mielecilla y fumagina afecta la fotosíntesis. Estos pulgones transmiten el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV).

**Hospederas:** papa, hortalizas, otros cultivos y malezas.

### **Paratrioza. (*Bactericeracockerelli*)**

**Descripción:** este insecto chupador forma colonias en el reverso de las hojas. Adultos (1.6 mm) con dibujos en negro, blanco y ámbar, ojos rojos y alas transparentes en tejido. A diferencia de los pulgones, carecen de corniculos sobre el abdomen. Ninfas de forma oval (rodeadas de filamentos cerosos cortos), móviles, primero amarillentas y luego verdes, con los ojos rojos. Pasan por tres estadios ninfales.

**Biología:** la hembra produce hasta 500 huevecillos de color naranja-brillante, con un pedicelo corto.

**Duración del ciclo biológico:** 27 días (356 UC = unidades de calor). Varias generaciones anuales.

**Daños:** Además de succionar la savia, la Paratrioza secreta una toxina. Afecta el rendimiento y los tubérculos resultan pequeños. Produce una cera llamada salerillo que se deposita sobre las hojas. Transmite la punta morada de la papa, una grave enfermedad que mancha el tubérculo.

**Hospederas:** papa, tomate, chile, otros cultivos y malezas

**Gusano soldado. (*Spodoptera exigua*).**

**Descripción:** el adulto es una palomilla nocturna (2.5-3 cm de expansión alar) de color café-grisáceo, con las alas plegadas sobre el cuerpo. La larva desarrollada (2.5-3cm) es verde con finas bandas dorsales y longitudinales más oscuras, y un punto negro arriba del espiráculo del segundo segmento torácico (a ambos lados del cuerpo); cabeza café.

**Biología:** la hembra deposita 300-600 huevecillos en masas de 50-150. Las larvas pasan por 5 estadios y crisálida en el suelo.

**Duración del ciclo biológico:** 20-40días. Varias generaciones anuales.

**Daños:** las larvas dañan primero las terminales y después las hojas más grandes.

**Hospederas:** papa, chile, tomate, cucurbitáceas, hortalizas y muchas hospederas cultivadas y silvestres.

**Palomilla. (*Phthorimaea operculella*)**

**Descripción:** palomilla (15mm) café grisácea, de vuelo crepuscular, cuerpo alargado, antenas largas y palpos labiales como cuernos. Larva desarrollada (1cm) de cuerpo verdoso con el dorso rosado, cabeza café, escudo protorácico oscuro, número completo de patas y pseudópodos. Primero mina las hojas, después barrena los tubérculos.

**Biología:** la hembra deposita 90-240 huevecillos de color blanco perlado (0.5 mm) en las hojas o cerca de los tubérculos. 4 estadios larvales (12-14 días), crisálida en el suelo.

**Duración del ciclo:** 24-38 días (400 uc). Dos generaciones por ciclo de cultivo.

**Daños:** las minas incrementan la población; el daño proviene de la ovipostura en el suelo, con las larvas barrenando los tubérculos que ocasionan graves mermas de rendimiento y calidad de las papas.

**Hospederas:** papa, tomate de cascara, berenjena.

## **Enfermedades**

### **Tizón tardío. (*Phytophthora infestans*)**

**El patógeno:** esta alga se reproduce mediante esporangio foros que produce esporangios y estos generan zoosporas con 2 flagelos que le sirven para nadar en el agua libre sobre los folíolos de la papa hasta que se encuentran un punto por donde penetrar (infección).

**La enfermedad:** la forma de supervivencia es una espora en el suelo que germina produciendo esporangios que el viento y la lluvia acarrean a la papa (infección primaria). Las hojas infectadas presentan un tizón en el haz y un algodoncillo grisáceo en el envés (esporangio foros y esporangios). Los esporangios, acarreados por el viento y la lluvia, diseminan la enfermedad (infección secundaria). Ataca también tallos y tubérculos.

**Condiciones que la favorecen:** nublados, humedad (90%), agua libre sobre el follaje y temperaturas nocturnas frescas (10 a 20 °C).

**Daños:** el impacto del tizón tardío sobre hojas, tallos y tubérculos merma gravemente el rendimiento.

**Hospederas.** Papa, tomate, y otras solanáceas cultivadas.

### **Tizón temprano. (*Alternaria solani*)**

**El patógeno:** este hongo ataca el follaje y los tubérculos. Sobrevive como conidios y micelio (inoculo primario en restos de cosechas, en el suelo y sus hospederas).

**La enfermedad:** el viento y la lluvia acarrean los conidios que penetran la cutícula de hojas y tallos, infectando primero del follaje más viejo. En 2 - 3 días aparecen manchas circulares en las hojas (1-2 cm) y ovals en los tallos; van de color café negro, con círculos concéntricos y un halo amarillo causado por una toxina del hongo. Se producen conidióforos y conidios que diseminan el viento y al lluvia.

**Condiciones que la favorecen:** días húmedos y cálidos (24°C) y fertilización deficiente.

**Daños:** los ataques tempranos provocan defoliación y mermas de rendimiento de 30% o más. Ocasiona la pudrición de los tubérculos.



**Hospederas:** papa, tomate, chile, otros cultivos y malezas.

### **Rhizoctonia o costa negra (*Rhizoctonia solani*)**

**El patógeno:** enfermedad ocasionada por la forma asexual del hongo. Este tiene 12 *grupos anastomosicos*; AG3 y AG4 son los más importantes en papa. La fuente de inoculo es el micelio, compactado en esclerocios negros (0.5-1 mm) sobre tubérculo, brotes, suelo y de la cosecha.

**La enfermedad:** los brotes con esclerocios y canceres hundidos- cafés o rojizos-, mueren antes de emerger, o forman plantas débiles. Los estolones lesionados producen papas pequeñas al pie de la planta. El daño de las raíces resulta en terminales con hojas encarrujadas rojas o amarillas y tubérculos aéreos. Los esclerocios aparecen al final.

**Condiciones que la favorecen:** tiempo húmedo, frío y lluvioso.

**Daños:** mermas de un tercio o más del rendimiento y tubérculos de calidad deficiente con deformaciones, agrietamientos y esclerocios.

**Hospederas:** papa y muchas otras hospederas cultivadas.

### **Roña común (*Streptomyces scabies*)**

**El patógeno:** el patógeno primario proviene de la siembra de papa infectada, o del patógeno que vive en el suelo como saprofito. Penetra a los

tubérculos jóvenes (tuberización) por las lenticelas en formación y por cualquier herida. Estimula la formación de capas corchosas en el tubérculo. Las esporas formadas en las lesiones invaden los nuevos tejidos.

**La enfermedad:** las lesiones (1.5 cm) son superficiales, corchosas, circulares o reticuladas, profundas o protuberantes, según la infestación y variedad de papa. Al juntarse abarcan buena parte del tubérculo. El pulido no las remueve.

**Condiciones que la favorecen:** temperaturas de 20 a 22°C, suelos arenosos de pH elevado y falta de humedad.

**Daños:** afecta la calidad comercial y sanitaria (semilla) de papa. Las lesiones dan paso a otros patógenos.

**Hospederas.** Papa, muchos otros cultivos y plantas silvestres.

## **FERTILIZACIÓN**

Las papas requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción. Una cosecha que tiene un rendimiento alrededor de 40 toneladas de papa por hectárea, extrae del suelo las siguientes proximidades de elementos esenciales (sep. 1987).

Cuadro 1. Fertilización del cultivo de papa

Elementos esenciales requeridos en papa
139 kg. De nitrógeno
21 kg. De fosforo
165 kg. De potasio
8 kg. De calcio
15 kg de azufre
15 kg de magnesio, y cantidades mínimas de elementos menores.

La fertilización de papa en México específicamente para la región de perote, Veracruz, es de la siguiente forma: la totalidad de fosforo, potasio y la mitad de nitrógeno en el momento de la siembra y el 50% restante del nitrógeno en la primera escarda. Las fuentes de fertilización que usa el productor son: sulfato de amonio (20.5-00-00), fosfato diamónico (18-46-00), y cloruro de potasio (00-00-60). Las dosis se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Dosis utilizada por el agricultor

<b>Fertilización química de fondo</b>	
Nitrógeno	350
Fosforo	250
Potasio	450

## **Importancia del balance nutricional de la planta.**

Chan et al., (1985), menciona que el desarrollo tecnológico moderno, exige una apreciación integral del manejo de nutrición en los cultivos agrícolas. Una parte de la integración se logra al calibrar los nutrientes como funciones de producción. Es primordial considerar el balance nutricional con base a los requerimientos nutricionales de cada especie o de cultivo en cuestión de los niveles óptimos y el rango adecuado de nutrientes.

Summer (1979), menciona que el balance nutricional se puede establecer en un nivel bajo o alto; en el balance alto, la planta estará más en condiciones de aprovechar más eficientemente otros recursos del ambiente; a diferencia que en un balance bajo, representara un factor limitante en su aprovechamiento para su crecimiento.

## **Contenido nutricional de la papa.**

Pearson (1983). Se podría decir que en términos generales, la papa es uno de los alimentos mas nutritivos para el consumo humano, ya que además de la gran cantidad de carbohidratos que aporta el tubérculo, la producción de proteínas por unidad de área de tiempo, es superior a otras especies cultivadas ocupando el segundo lugar en cuanto a proteína por hectárea, en comparación con la soya que ocupa el primer lugar.

Cuadro 3. Composición química de la papa.

COMPONENTE	PORCENTAJE
Agua	65-95
Carbohidratos	15-28
Proteínas	1-4
Grasas	0.05-0.9
Cenizas	0.5-1.5

Domínguez, (1997), indica que para obtener un alto rendimiento en un cultivo de papa, los niveles de N,P,K, Ca y Mg del suelo deben estar dentro de unas cifras razonables y equilibradas. Por otra parte, cantidades muy pequeñas pero necesarias de micronutrientes deben estar a disposición de la planta; normalmente, estos micronutrientes están presentes en cantidades adecuadas en el suelo.

Etchevers (1997) menciona que desde un punto de vista aplicado, la nutrición de cultivos proporciona herramientas útiles para controlar que todos los nutrimentos estén con anterioridad en el suelo así como a su disposición y en niveles suficientes. Estas herramientas también sirven para determinar la relación de un nutrimento de otro y este no sea inadecuado al tejido vegetal.

Narro (1995), el conocimiento de los nutrimentos es una buena base para la planeación de un programa adecuado de manejo nutricional del cultivo de papa. La falta de un adecuado balance nutricional que se le considere al suelo, al agua y Agroquímicos aplicados repercutirá en problemas de deficiencias o excesos en los nutrimentos esenciales, lo que producirá, rendimientos reducidos en la calidad de los

tubérculos cosechados y mayor susceptibilidad al ataque de patógenos, generando un mayor costo al cultivo.

### **Fertilización e importancia en el cultivo de papa.**

Las papas requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción. Una cosecha que tiene un rendimiento alrededor de 40 toneladas por hectárea. (SEP 1987).

Cáceres, J. 1991. Manifiesta que dentro de la agricultura tecnificada, el cultivo de papa es considerado como un cultivo de más alta tasa de inversión económica en cuanto a los gastos de producción. El gasto en fertilizantes presenta el 15% del costo de su producción.

Debemos considerar que la mayoría de los suelos dedicados a la producción de papas son deficientes en nitrógeno, fósforo y potasio. Y de elementos menores, por lo que el agricultor necesita aplicar fertilizantes foliares para lograr los rendimientos para asegurar su rentabilidad.

El crecimiento y desarrollo de los vegetales, y por lo tanto su rendimiento, se determinara en gran medida por la disponibilidad de los nutrientes; para su desarrollo, las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o más elementos químicos de los cuales solo 16 considera esenciales, los cuales forman parte de moléculas básicas para la fisiología y metabolismo vegetal, y así completar su ciclo de vida adecuadamente.

## **Fertilización foliar**

Pérez (1998), dice que la fertilización foliar, es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; que factores influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, estomas y ectodermos en la absorción foliar. En el ambiente, la temperatura, luz humedad relativa y hora de aplicación.

Se reconoce, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por ser sus características anatómicas presentan condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de estos a los lugares de mayor demanda.

Rodríguez M., MA DE LAS N. 1997. Menciona, que la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común de importancia para los productores, ya que corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favoreciendo el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y calidad del producto.

Fregoni, 1996. Indica que actualmente la fertilización foliar contribuye en la calidad y el incremento de los rendimientos en las cosechas, y en problemas de fertilización al suelo resolviéndose fácilmente mediante la fertilización foliar.

## **Propósitos de la fertilización foliar.**

Jyung y Wittwer, 1994. Detalla que la fertilización foliar es útil para varios propósitos ya que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabólicos que se están generando en el procesos de fotosíntesis.

Algunos propósitos son: corregir las deficiencias nutrimentales que en algún momento dado se presentan durante el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no son cubiertos con la fertilización común al suelo, mejorar calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, corregir problemas fitopatológicos del cultivo al aplicar cobre o azufre y respaldar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de la cosecha.

Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiere resolver o corregir en el cultivo.

## **Mecanismos de absorción de nutrimentos.**

Franke, 1996 y Johnson 1996. Explica que la fertilización foliar, debe utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no estén disponibles o no se puedan aprovechar eficientemente mediante la fertilización del suelo.



Tisdale et.al., 1985. Habla que la hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión; sin embargo, un nutrimento puede penetrar a través del tallo, si este no presenta una tuberización o lignificación muy fuertes; tal es el caso de ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

Bidwell, 1999. Menciona que la hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de sabia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis.

Kovacs, 1996. Manifiesta que para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación de la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta.

Del ambiente se debe considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas.

Swietlik y Faust, 1994. Indican, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersión foliar, desde luego teniendo un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo.

## **Respuestas del cultivo ala fertilización foliar.**

Giskin, M.L., A. y J. D. Etcheveres. 1994. Exponen que la fertilización foliar es una realidad en la nutrición de los cultivos y que esta práctica, utilizada convenientemente, optimiza la capacidad de productividad de las cosechas tanto de gramíneas, leguminosas, hortalizas. La fertilización foliar, entonces, es realmente un apoyo o respaldo a la fertilización edáfica para sobrepasar los rendimientos su óptimos.

## **Fertirriego**

Navarro, (1997), dice que se entiende por Fertirriego a la aplicación de sustancias nutritivas (iones minerales, compuestos orgánicos, vitaminas, aminoácidos, mejoradores, biocativadores, hormonas, ácidos, etc.) necesarios por los vegetales en el agua de riego, aplicando en las cantidades, proporción y forma química requerida por la planta según a su etapa fenológica.

Etcheveres, 1997: castellano, 1997), menciona que para lograr las ventajas de la fertirrigación es necesario manejar en forma integral el cultivo: agua, nutrición y labores culturales, entre otros factores de la producción.

## **Ácidos húmicos y Ácidos fúlvicos.**

### **Ácidos húmicos**

Álvarez (1988), dice que el ácido húmico es un material de origen biológico natural, producto de la degradación biológica de la materia orgánica y no es dañino para el ser humano.

Schnitzer y Poatpst (1967), los compuestos húmicos son sustancias acidas que se presentan en la materia orgánica del suelo en concentraciones que van de casi cero hasta 100%. Debido a la capacidad de intercambio y la facilidad de formar complejos con iones metálicos e hidróxidos, facilitando la viabilidad de nutrimentos a las raíces y sistemas biológicos de la planta.

### **Ácidos fúlvicos.**

Los ácidos fúlvicos se pueden obtener industrialmente a partir de cualquier tipo de materia orgánica mediante procesos naturales, utilizando las propiedades de las lombrices rojas y de bacterias humificantes.

Franco y Bacón (1997), mencionaron que las propiedades atribuibles a los ácidos húmicos y fúlvicos son mejorar la estructura del suelo mediante:

- El incremento de la capacidad de retención de agua
- Fijación de los amonios, disminuyendo las pérdidas por lixiviación.
- Activación de la flora microbiana
- Estimación de la germinación y del desarrollo radicular.
- Promueve la absorción de nutrientes al aumentar la permeabilidad celular mediante la fertirrigación y aplicaciones foliares.

### **Fertilización de fondo**

Sep. (1987) citado por Saquelares (2001), menciona que las papas requieren altos niveles de fertilidad de suelo para una buena producción. Una cosecha con un rendimiento promedio de 40 ton.de papa por hectárea.

El conocimiento de los nutrimentos es una buena base para la planeación de un cronograma adecuado de manejo nutricional del cultivo de papa.

A continuación se describe en forma resumida algunas características de los elementos nutritivos.

### **Carbono (c).**

Siempre existe en cantidades suficientes puesto que las plantas son capaces de asimilar el bióxido de carbono de la atmosfera a través de las hojas. Las hojas de los vegetales utilizan en la fotosíntesis solo carbón del  $CO_2$  y liberan el oxígeno que se reintegra en el aire.

### **Oxígeno (O).**

Casi todo el oxígeno que utilizan las plantas para respirar y para su metabolismo, penetra a través de las raíces, hojas y proviene del agua, del suelo y el aire.

### **Hidrogeno (H).**

Las plantas lo obtienen directamente del agua y otros compuestos, el bióxido de carbono e hidrogeno se convierten en la fotosíntesis a carbohidratos simples y luego se transforma en aminoácidos, proteínas, ácidos nucleícos, lípidos y casi todas las moléculas orgánicas pequeñas.

## **Nitrógeno (N).**

El nitrógeno ocupa el 1.5 y el 6% del peso seco de muchos cultivos con valores entre 3 y el 5% en papas; presenta una alta movilidad, tanto en el suelo como tejidos vegetales, y sus principales funciones en la planta son la síntesis de aminoácidos, proteínas y clorofila; es un constituyente de enzimas, cromosomas y vitaminas.

Las plantas deficientes en nitrógeno son achaparradas cloróticas, erectas, con hojas verde pálido y las inferiores amarillas y secas; las venas permanecen más tiempo verdes, el nitrógeno se pierde del suelo por remoción de plantas (cultivadas o malezas), lavado, desnitrificación y erosión, además puede ser inmovilizado temporalmente.

El cultivo de la papa requiere suficiente nitrógeno durante el crecimiento rápido y la tuberización; la cantidad por aplicar varía de acuerdo a la variedad empleada y el tipo de suelo cultivado las dosis empleadas por hectárea va desde 50 hasta más de 800 unidades por ha. El exceso de nitrógeno produce un bajo rendimiento debido a un pobre desarrollo de raíces y las hojas se pueden enrollar hacia arriba y formar orejas de ratón. Las variedades de ciclo largo son especialmente susceptibles a este tipo de problemas y donde, además, se reduce muy drásticamente el llenado de tubérculos y aumenta el riesgo de ataque de insectos y patógenos.

Las fuentes más comunes de nitrógeno son: el sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato de amonio, urea, amoníaco anhidro, nitrato de calcio, nitrato de sodio, abonos verdes, estiércoles y otros. La absorción de nitratos estimula la absorción de cationes pero los Cl y Oh restringen la absorción de calcio y potasio.

**Fosforo (P).**

El fosforo ocupa entre el 0.15 y el 1.0 % del peso seco de muchos cultivos, con valores entre el 0.2 y el 1.2 %; en papas, presenta alta movilidad en tejidos vegetales, pero es muy poco móvil en el suelo. Es un complemento de proteínas, participa en procesos de transferencia metabólica y transporte de energía en forma de ATP. El fosforo estimula la formación y crecimiento de las raíces.

El fosforo se requiere con mayor importancia durante el crecimiento inicial y al final de la tuberización, las plantas deficientes son pequeñas y presentan hojas tallos y ramas de color purpura, pobre crecimiento de raíces y estolones y rendimiento reducido. Existe una gran variedad de tipos de suelo cultivados de papa que tienen problemas con este elemento, el cual se pierde del suelo por remoción por plantas, fijación y formación de compuestos insolubles.

El cultivo de papa requiere cantidades relativas pequeñas de este elemento pero en suelos calcáreos de pH alcalinos y en suelos muy ácidos, la eficiencia de los fertilizantes utilizados puede ser inferior al 8 % de lo que se obliga a los productores a utilizar cantidades muy elevadas de fertilizantes fosfatado. Es conveniente fraccionar la aplicación de este elemento y completar su aplicación con foliares y una combinación de fuentes lentas y rápida de liberación.

Las fuentes más comunes de fosforo que se aplican son: el súper fosfato simple y triple de calcio, fosfato de amonio formulas compuestas como 17-17-17, roca fosfórica, estiércoles como gallinaza y otros materiales. Los problemas del

fosforo en el suelo son muy complejos y, además, pueden reaccionar con Fe, Zn, Cu, Mn, y Ca, y formar compuestos insolubles.

### **Potasio (P).**

El potasio ocupa entre el 5 % del peso seco de muchos cultivos con valores entre 1.5 y el 15 % en papas; presenta alta movilidad en tejidos vegetales y su movilidad en el suelo en media; interviene en la formación de azúcar y almidón, síntesis de proteínas, catalizar reacciones, neutraliza ácidos orgánicos y opera estomas, impide gran vigor y resistencia a las enfermedades, aumenta el tamaño del grano y semilla.

Las plantas deficientes de potasio presentan rendimiento reducido, hojas viejas moteadas, con puntos verde pálido, necróticos o curvados, con márgenes y puntas quemadas, sistema radical y tallos débiles, estolones cortos. El potasio se pierde en el suelo por remoción por plantas y por fijación y erosión.

La fuente más común de potasio son: el nitrato de potasio, sulfato de potasio y magnesio, cloruro de potasio, fosfato de potasio, estiércoles, granos y compostas.

El potasio requiere estar con equilibrio con Ca y Mg para la absorción de ellas no sea inhibida, y es conveniente fraccionar su aplicación a fin de reducir los problemas de fijación y baja disponibilidad al final del calcio, cuando más lo requieren las plantas para producir altos rendimientos y buena calidad.

### **Calcio (C).**

El calcio ocupa entre el 0.2 y el 3 % del peso seco de muchos cultivos con valores entre el 0.5 y el 100% en papa. Presenta muy baja movilidad en el floema de

las plantas y su movilidad en el suelo es media, ayudada a mantener la integridad y permeabilidad de las membranas celulares y constituye parte de paredes celulares, intervienen en la división y elongación celular, en el crecimiento y asimilación de nitrógeno, aumenta la germinación del polen y neutraliza ácidos orgánicos.

La deficiencia de calcio afecta las zonas meristemáticas, las plantas presentan coloración café en los puntos de crecimiento, los cuales mueren en seguida; las hojas terminales son deformes, crecimiento radical reducido, algunas plantas se ponen negras, los tubérculos presentan una necrosis difusa en el anillovascular cerca de la inserción del estolón y pueden desarrollar susceptibilidad al ataque de patógenos que pueden causar pudriciones apicales. El calcio se pierde en el suelo por remoción, por plantas y por fijación y erosión.

Las fuentes más comunes de calcio son: sulfato de calcio, nitrato de calcio, carbonato de calcio, superfosfatos de calcio y quelatos de calcio. En muchos suelos ricos en este elemento la transacción pueden ser un problema y esta se puede estimular mediante el uso de ácidos fúlvicos y carboxílicos.

### **Magnesio (M)**

El magnesio ocupa entre el 0.04 y 1.00 del peso seco de las hojas, con valor de suficiencia de 0.10 en papa, presenta alta movilidad en plantas, y su movilidad en el suelo es media, forma parte de la molécula de clorofila y sirve como factor de la mayoría de las enzimas que activan los procesos de la fosforilación. Participa en la síntesis del ARN y e proteínas. Es necesario en la formación de azúcares, ayuda a regular la asimilación de potasio y calcio. Actúa como transporte de fósforo en la planta y promueve la formación de aceites y grasas, y hasta en la clorofila



Síntomas de deficiencias se observan como una clorosis intervenal en hojas viejas y en casos severos también se observan en hojas jóvenes, las que pueden desarrollar en aéreas necróticas. Su deficiencia puede ser marcada por concentraciones bajas del elemento en el suelo por exceso de calcio o potasio, y su exceso bloquea la asimilación de esos elementos se puede perder por lavados no muy intenso.

### **Azufre (S)**

El azufre ocupa entre el 0.08 y el 0.3 % del peso seco de las plantas de papa; su movilidad es alta en el suelo y media en tejidos vegetales. Entre las principales funciones en la planta está la síntesis de proteínas y forma parte de los aminoácidos cistina y tiamina y de la clorofila, aumenta el color verde intenso, activa la formación de nódulos, estimula la producción de semillas.

Las plantas deficientes presentan hojas verde alimonado pálidas, con una mayor clorosis en las hojas jóvenes; las raíces son más largas de lo normal y los tallos son corchosos, la baja humedad del suelo induce su deficiencia. El exceso de azufre puede ocasionar una senescencia temprana de las hojas.

Este elemento se aplica en el cultivo de papa principalmente como sulfato de varios elementos y superfosfatos. Generalmente no se utiliza el azufre elemental en la fertilización. El azufre está presente en muchos suelos agrícolas en forma de materia orgánica y en forma de sulfatos solubles en la solución de los suelos bien drenados. El azufre se pierde del suelo por remoción por plantas, lavado y erosión.

## **Fierro (Fe)**

El contenido de fierro en el follaje varia de 10 a 1000 ppm del peso seco con rango de suficiencia entre 35 y 75 ppm; presenta baja movilidad tanto en suelo como en planta y es un componente importante en varios sistemas enzimáticos y de la proteína ferredoxina y se requiere para la reducción de sulfatos y nitratos, así como para la síntesis de clorofila y de proteínas en las regiones meristemáticas.

Las plantas deficiencias presentan clorosis intervenal en hojas jóvenes y cuando la deficiencia se verá puede presentarse coloraciones blanquecinas y mostrar síntomas en toda la planta. Existen más de 15 diferentes causas reportadas que pueden inducir la deficiencia de este elemento.

Es conveniente, en muchos casos, aplicar este elemento desde las etapas tempranas de crecimiento rápido. El exceso de este elemento se manifiesta por un bronceado de las hojas y puede inducir deficiencia de otros elementos menores. Las fuentes más comunes de fierro que se aplica son: el sulfato de fierro y diversos tipos de quelatos de fierro.

## **Manganeso (Mn)**

El nivel de suficiencia de manganeso en el follaje es de 40 ppm del peso seco, en papas; la movilidad de este elemento es baja en el suelo y en tejidos vegetales y participa en la síntesis de clorofila, y en los procesos de oxidación reducción en el sistema de transporte electrónico en la fotosíntesis; activa oxidasas del ácido indolacético.

Las plantas dicotiledóneas presentan clorosis intervenal en hojas jóvenes, con venas verde pálido. La disponibilidad del manganeso disminuye al incrementar el pH del suelo. El manganeso reacciona con fosfatos y se fija; además se pierde por remoción por platas, lavado y erosión. El exceso de manganeso puede ocasionar puntos café rodeados de un círculo clorótico en hojas viejas y puede originar hojas viejas y puede originar deficiencias de otros elementos menores. Las fuentes más comunes que se aplican son el sulfato de manganeso y diferentes tipos de quelatos.

### **Zinc (Zn)**

El nivel de suficiencia de zinc en el follaje varía de 20 a 150 ppm del peso seco; este elemento presenta baja movilidad en el suelo y en tejidos vegetales y participa en la síntesis de auxinas, y en las mismas funciones enzimáticas del manganeso y magnesio.

Las plantas deficientes tiene raíces anormales, hojas moteadas, con clorosis intervenal, bronceadas, en Rosete. Su disponibilidad para las plantas disminuye al incrementarse el pH del suelo. El zinc reacciona fuertemente con fosfatos y otros compuestos y se fija; además se pierde por remoción por plantas, lavado, y erosión.

El cultivo de papa requiere suministro de zinc durante prácticamente todo el ciclo. Las dosis empleadas van desde menos de 0 hasta 20 unidades, el exceso de zinc puede ocasionar deficiencias de otros elementos menores, particularmente de hierro. Las fuentes más comunes que se aplican son el sulfato de zinc y diferentes tipos de quelatos.

## **Cobre (Cu)**

El cobre alcanza el nivel de suficiencia de entre 5 y 7 ppm del peso seco; la movilidad de este elemento es baja en el suelo y en tejidos vegetales y participa como constituyente de la proteína plastocianina del cloroplasto y sirve como parte del sistema de transporte en electrones ligando los fotosistemas I y II. Participa en la síntesis de lignina, y se contracta en la síntesis de ácidos nucleicos.

Las plantas deficientes presentan hojas jóvenes distorsionadas y necrosis en el meristemo apical. La disponibilidad del cobre disminuye al incrementarse el pH del suelo. El exceso de cobre puede ocasionar deficiencia de hierro, clorosis y crecimiento reducido de raíces. Este elemento está deficiente en plantas que crecen en suelos orgánicos. Las fuentes más comunes que se aplican son sulfato de cobre y diferentes fungicidas que contienen este elemento.

## **Boro (B)**

El boro tiene su nivel de suficiencia en plantas dicotiledóneas entre 20 y 70 ppm del peso seco; la movilidad de este elemento es media alta en suelo y muy baja en el floema de las plantas; participa en la síntesis de una de las bases del ácido ribonucleico y en actividades celulares de división, diferenciación, maduración y otras; afecta la floración y la germinación del polen, participa en la estabilidad de la membrana y pared celular e influye en el rendimiento y calidad de frutos.

Las plantas deficientes presentan crecimiento normal y pequeño en las puntas (zona meristemática) y eventualmente muere ese tejido, generándose brotación de yemas inferiores que producen hojas enrolladas. En los tubérculos se distinguen muchas necróticas, marrones, con reducción en su calidad culinaria.

El exceso de boro causa amarillamiento en las puntas de las ramas, seguida de necrosis. Su disponibilidad en el suelo disminuye al incrementarse el pH y se puede perder por remoción de las plantas y por lavado.

Las fuentes más comunes que se aplican son: el bórax, el ácido bórico y diferentes boratos; algunos fertilizantes foliares contienen este elemento como complemento.

### **Molibdeno (Mo)**

La concentración del molibdeno es generalmente menor de 15 ppm del peso seco de las plantas; es componente de la nitrogenasa y nitrato reductasa, que son sistemas enzimáticos importantes y participa en la síntesis de proteínas; presenta una movilidad media en el suelo y en tejidos vegetales.

Las plantas deficientes presentan síntomas parecidos a la falta de nitrógeno, las plantas son chaparradas, hojas inferiores cloróticas y secas. Su disponibilidad en el suelo aumenta al elevarse el pH. Las fuentes más comunes de molibdeno que se aplican son los molibdatos. El exceso de molibdeno generalmente no daña a las plantas pero puede causar problemas a los rumiantes que se consumen forrajes con concentración mayor de 5 ppm.

### **Cloro (Cl)**

El cloro presenta niveles de suficiencia desde 20 ppm hasta 0.15% o más de la materia seca, en diferentes cultivos, pero no se le ha reportado deficiente en la

naturaleza; es móvil en el suelo y poco móvil en la planta y participa y compite con otros aniones nitratos y sulfatos.

### **Componentes del rendimiento del cultivo de papa.**

Rendimiento de tubérculos ha = densidad de plantas ha x numero de tubérculos planta x peso promedio de tubérculos.

Borrego (2004), indica que en vez que la planta emerge, comenzara su vida independiente, y los procesos fisiológicos de absorción de nutrientes y agua, translocación, fotosíntesis, respiración, foto respiración, transpiración, relaciones fuente- demanda, y su interacción con el ambiente de crecimiento, se llevara a cabo en mayor o menor medida, dando una cantidad y calidad de crecimiento, duración de etapas fenológicas y una tasa de tuberización que dependerá de las condiciones de manejo de cultivo, así como la tasa a la que se lleven los procesos fisiológicos, influenciados por niveles ambientales de la temperatura diurnas y nocturnas, fotoperiodo, etc. Por lo que ahora se hará énfasis en algunas prácticas del cultivo, y su impacto en el rendimiento, sin perder de vista que cualquier práctica del cultivo tiene un profundo impacto en la fisiología del mismo (fecha de siembra más temprana, condicionas temperaturas más bajas, y más susceptibilidad a enfermedades del suelo, al retrasarse la germinación y emergencia con el consiguiente aumento en el costo del cultivo) una menor tasas de crecimiento, mayor duración de etapas fenológicas, pero con la ventaja de que la tasa de tuberización será más alta con la posibilidad de altos rendimientos, o cosechar antes de los demás agricultores, lo que ofrece ventajas en el precio.

## Materiales y métodos

### Localización del sitio experimental.

El presente trabajo se realizó en el rancho La Herradura, municipio de Perote, estado de Veracruz. El experimento se encuentra ubicado en las coordenadas  $19^{\circ} 37' 18.85''$  latitud norte y  $97^{\circ} 16' 00.65''$  longitud oeste, a una altura de 2,384 msnm. Limita al norte con Altotonga, Villa Aldama, Jalacingo, Las Vigas de Ramírez; al este con Acajete y Tlalnelhuayocan; al sureste con Xico; al sur con Ayahualulco, al oeste con el Estado de Puebla. Su distancia aproximada al oeste de la capital del Estado por carretera es de 50 Km. Durante el periodo de mayo a septiembre.



## **Establecimiento del experimento.**

El lote donde se estableció el experimento, cuenta con una superficie de 10 hectáreas que el productor tiene destinado para la producción de este cultivo.

La parcela experimental ocupó una superficie 1.5 hectáreas, en la que se establecieron 3 tratamientos con una superficie de 5000 m<sup>2</sup> cada uno junto que el testigo.

La siembra se realizó el 03 de mayo de 2014. El cual se llevó a cabo de forma mecánica.

La distancia entre surcos es de 0.90 m. y la distancia entre plantas es de 15 cm.

## **Características del sitio experimental**

### **Clima**

El clima en Perote, Veracruz es frío-seco-regular con temperatura promedio de 12°C; su precipitación pluvial media anual es de 493.6 mm. Las heladas son frecuentes, al igual que pequeñas lloviznas en el invierno, en primavera y verano el clima es benigno, cálido y en ocasiones existen calores extremos. Su régimen pluviométrico es parecido al semidesértico. Presenta lluvias continuas entre julio y septiembre.

### **Características y Uso del suelo**

El tipo de suelo que predomina es regosol, altamente susceptible a la erosión, es también poroso, seco y semiárido. El color varía de gris oscuro y negro, gris muy oscuro, gris amarillento, oscuro y negro; la textura es franca, franco-arenoso, franco arcilloso, arcilloso y arenoso.



## **Vegetación**

La vegetación predominante es de bosques de tipo aciculipolis y de craciro- sulifolio, compuesta por pinos, oyameles, encinos y sabinos. En relación a cultivos se siembra frijol, maíz, cebada, trigo, calabaza, camote, papa y haba.

## **Topografía**

Su topografía es accidentada- quebrada, correspondiendo a una zona de transición, entre dos ámbitos muy contrastados el trópico húmedo y el altiplano. Localizado precisamente en la parte sur de la sierra madre oriental, siendo la única incursión del estado en el altiplano.

## **Características de los materiales a utilizar.**

- Material genético:C.V. FIANNA
- Origen: Holanda
- Planta: tallos pocos numerosos, bastante gruesos.
- Tubérculos: son ovalados y alargados, calibre grande a muy grande, piel amarilla y carne amarilla clara.
- Maduración: semitardía
- Rendimiento: alto
- Materia seca: contenido alto
- Calidad culinaria: muy buena para mercado fresco y chips.
- Follaje: cobertura de follaje media a alta.
- Brote: flor color blanca.

### Descripción de los paquetes tecnológicos.

Se evaluaron 3 paquetes tecnológicos (paquete miyamonte, paquete Fertirramos y el testigo) se realizaron las aplicaciones en las etapas correspondientes al desarrollo del cultivo.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos de cada paquete tecnológico y aplicaciones

Tratamientos	aplicación	aplicación	aplicación
<b>Testigo</b>	Radimax 1 lts/ha Codargon 5 lts/ha Dalgin 1 lts/ha	Codasting 600 ml/ha Codamix 1.5 lts/ha Coda zn-L 1.5 lts/ha Fertigro (P) 2/ha	Dalgin 1 lts/ha Fertigro (Mg) 2 lts/ha Codamix 3 lts/ha Fertigro (Ca) 2 lts/ha
<b>Paquete 1</b>	Mayaraiz 2 lts/ha Miyafungi 500 gr/ha Spring soil 5 lts/ha	Miyaction 2lts/ha Benzoal 250 gr/ha Spring soil 2.5 lts/ha	Aminopower1.5 lts/ha Benzoal 250 gr/ha Spring soil 2.5 lts/ha
<b>Paquete 2</b>	Regufol 2 lts/ha Promotor 4 lts/ha	Regufol 2 lts/ha Promotor 4 lts/ha Nitro Zn 4lts/ha	Regufol 2 lts/ha Promotor 4 lts/ha Nitro Zn 4lts/ha

### Dosis de fertilización de fondo.

Las papas requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción:

180 kg de nitrógeno este se aplica 50% en la siembra a su alta movilidad y para evitar pérdidas y el otro 50% se aplica en la primera escarda:

350 kg de fosforo

300 kg de potasio

40 kg de magnesio

Estas cantidades se utilizo para los dos tratamientos y el testigo al 100%

### **Aplicación foliar**

Estas aplicaciones foliares se aplicaron de acuerdo a los resultados de análisis foliares para hacer el diagnostico nutricional del cultivo.

### **TESTIGO.**

- Codasting
- Codargon
- Cada Zn- L
- Radimax
- Codhaphos Mg
- Dalgin
- Codhaphos Zn

### **PAQUETE 1**

- Miyaction
- Benzoal
- Spring siol
- Amino power

## **PAQUETE 2**

- Regufol
- Promotor
- Nitro zinc

### **Aplicación para el llenado de tubérculo.**

- Agro- K
- Codhaphos K-35

### **Parámetros a evaluar**

#### **Núm. Tallos por metro**

Se realizo un muestreo para cada tratamiento en un metro en el cual se contaron el total de plantas en un metro y el núm. De tallos por planta y así obtener el valor promedio. Este dato se tomo 1 vez a los 30 días.

#### **Núm. de tubérculos por metro.**

Esta característica esta primeramente bajo control genético (con variedades con 5-8 tubérculos por tallo, o con 2-4, creciendo bajo las mismas condiciones). La expresión de este potencial genético esta, a su vez, controlado por varios factores ambientales y de cultivo (nivel de fertilización, incidencia y severidad de factores adversos, y la edad fisiológica de los tubérculos es relativamente pequeño en un gran rango de densidades de tallos; la influencia en el rendimiento se debe más bien a la densidad de tubérculos.)

### **Calidad 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> (características de calidad)**

El numero de tubérculos se conto durante la cosecha, marcándose en el surco, se tomaron dos surcos completos para cada tratamiento. Donde las papas se separaron por calidad en base a la siguiente clasificación.

Cuadro 5: clasificación de tubérculo por calidad.

CALIDAD	DIAMETRO (mm)
Primera	85 a 55
Segunda	55 a 35
Tercera	35 a 28
Cuarta	Menor de 28

### **Rendimiento total del tubérculo (ton).**

El rendimiento total se calculo sumando el peso total de los tubérculos obtenidos en cajas de 25 kg, para esta variable se tomaron 2 surcos por cada tratamiento, evaluados este dato se extrapolo a ton/ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Cuadro 6. Tubérculos por tallo/metro

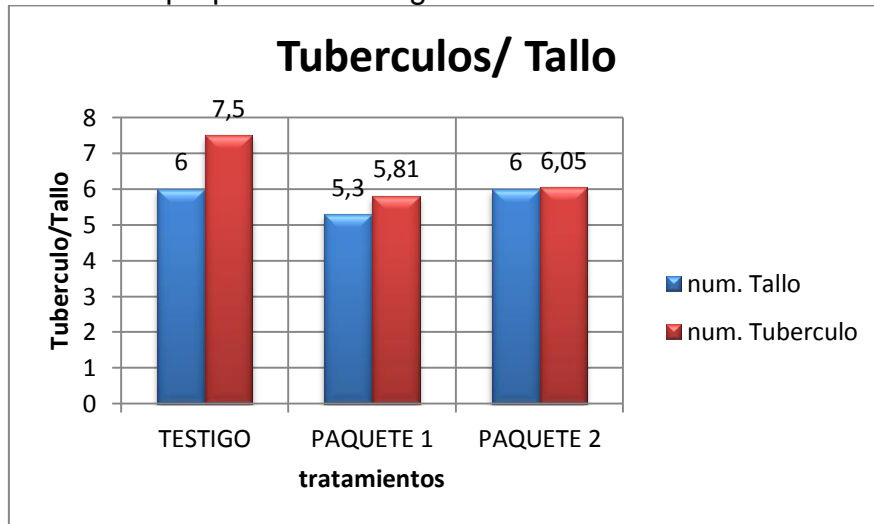
Tratamientos	Numero de tallos por metro	Tubérculos por tallo
PAQUETE 1		
TESTIGO	6	7.5
PAQUETE 1	5.3	5.81
DIFERENCIA	0.7	1.69
PAQUETE 2		
TESTIGO	6	7.5
T3PAQUETE 2	6	6.05
DIFERENCIA	0	1.45

El cuadro anterior muestra en sí, los componentes del rendimiento que muestra cada paquete con relación al testigo en lo que se refiere al número de tubérculos por tallo y peso promedio, el cual no es una gran diferencia pero que resalta el comportamiento de cada paquete hacia el rendimiento en el cultivo de la papa.

Domínguez, (1997). Menciona que el P que la planta absorbe durante su desarrollo vegetativo determina en gran parte el desarrollo del número de los tubérculos por planta durante la etapa inicial del cultivo.

Alonso, (1996). Encontró que en ciertos experimentos ha visto que en dosis altas de P hay un aumento el número de tubérculos por planta.

Grafica 1. Comportamiento de los componentes del rendimiento de tubérculos por tallo en los diferentes paquetes tecnológicos.

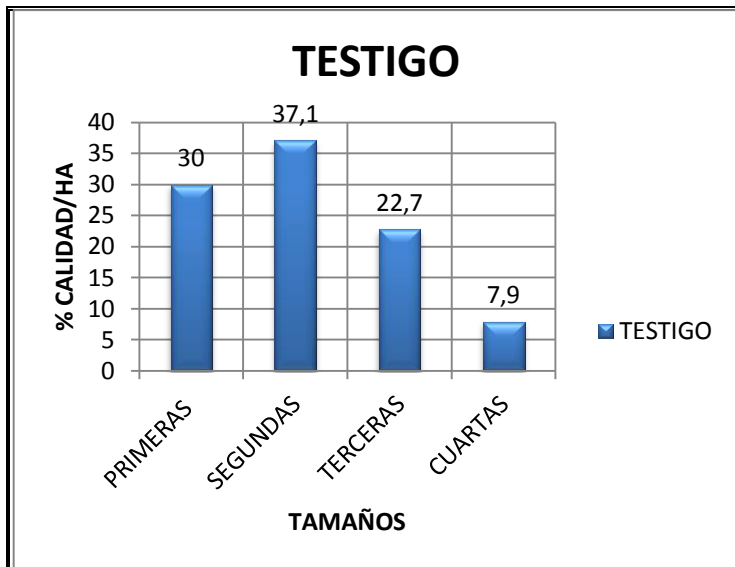


En la grafica se observa que existe una relación importante en cuanto el número de tubérculos por tallo.

En cuanto a los componentes de rendimiento a lo que se refiere a: el numero de tallos por tubérculo por metro se observo que el testigo tuvo 6 tallos mientras que el paquete 1, tuvo 5.3 tallos y el paquete 2, tuvo 6 tallos, pero en el testigo se aplico el 8-24-00, el cual hizo que la planta tuviera el P suficiente para que realizara las funciones, principales en el componente de tubérculos por tallo.

La planta al tener una uniformidad de tallos hay un aumento en cuanto a los tubérculos por planta, induciendo a un mayor rendimiento en el cultivo.

Grafica 2. Rendimiento por calidad 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>. Por hectárea del Testigo.



#### Testigo

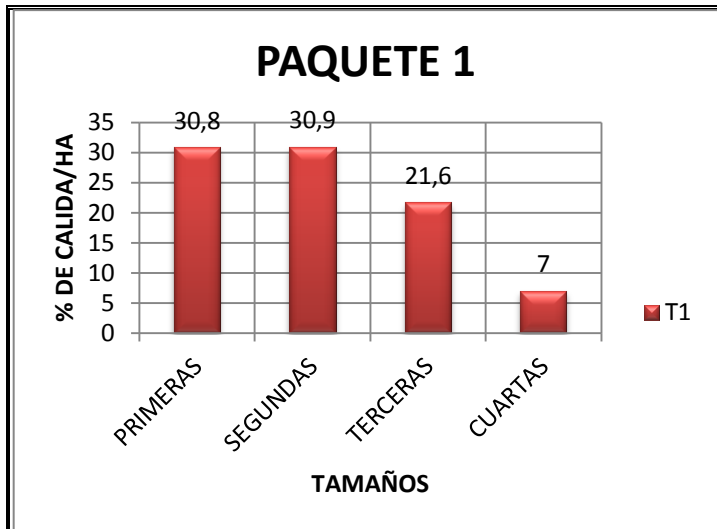
La grafica 2, nos muestra la capacidad de producción, en cuanto a los rendimientos obtenidos en el testigo, en las cuatro calidades evaluadas, las cuales se obtuvieron mejor rendimiento en 2<sup>a</sup> (37.1 %) superando al paquete 1 y 2, manteniéndose con 3<sup>a</sup> (22.7%) y 4<sup>a</sup> (7.9%) similar al paquete 2 y disminuyendo en las 1<sup>a</sup> (30%) por debajo del paquete 1 y 2.

Los rendimientos obtenidos en el testigo, en las cuatro calidades evaluadas obtuvieron rendimientos similares en la media, siendo las 2<sup>a</sup> las que presentan mejor rendimiento en los cuatro niveles de calidad evaluados y marcan el rendimiento total de la producción.

Este comportamiento se da por la capacidad productiva de la variedad y nos indica un comportamiento de referencia al comparar las respuestas del testigo con los otros paquetes.



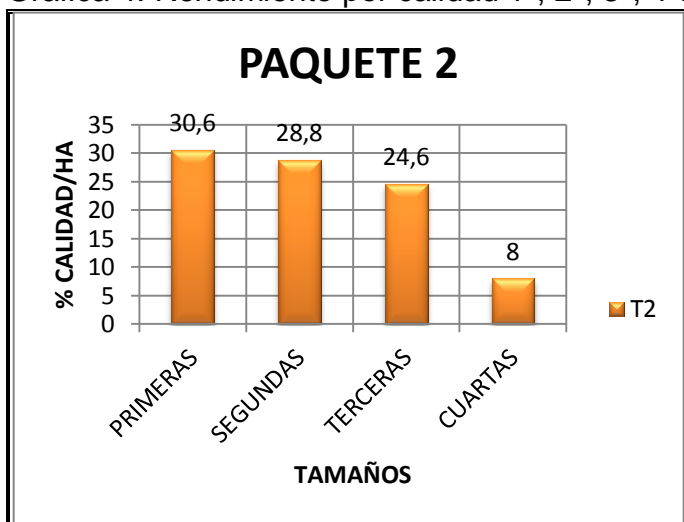
Grafica 3. Rendimiento por calidad 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>. Por hectárea del paquete 1.



Los rendimientos obtenidos en este paquete 1 en las cuatro calidades evaluadas se obtuvo el mejor rendimiento de calidad en 1<sup>a</sup> (30.8 %) y superando al paquete 2 y testigo, y quedando por debajo en 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup>. ante los otros dos paquetes.

Al comparar este paquete 1 ante la capacidad productiva en respuesta a un comportamiento de referencia del testigo y paquete 2. Las 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> el rendimiento son similares en cantidad, superando con relación al paquete 2, pero siendo superados en 2<sup>a</sup> por el testigo.

Grafica 4. Rendimiento por calidad 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>. Por hectárea del paquete 2.



Los rendimientos obtenidos en este paquete en las cuatro calidades evaluadas obtuvieron mejor rendimiento en 3<sup>a</sup>(24.6 %) y 4<sup>a</sup>(8%) superando al paquete 1 y testigo, y disminuyendo en 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>. ante los otros dos paquetes.

Al comparar este paquete 2 ante la capacidad productiva en respuesta a un comportamiento de referencia del testigo y paquete 1. Las 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> se mantienen a nivel con relación al paquete 1, siendo superados en 2<sup>a</sup> por el testigo.

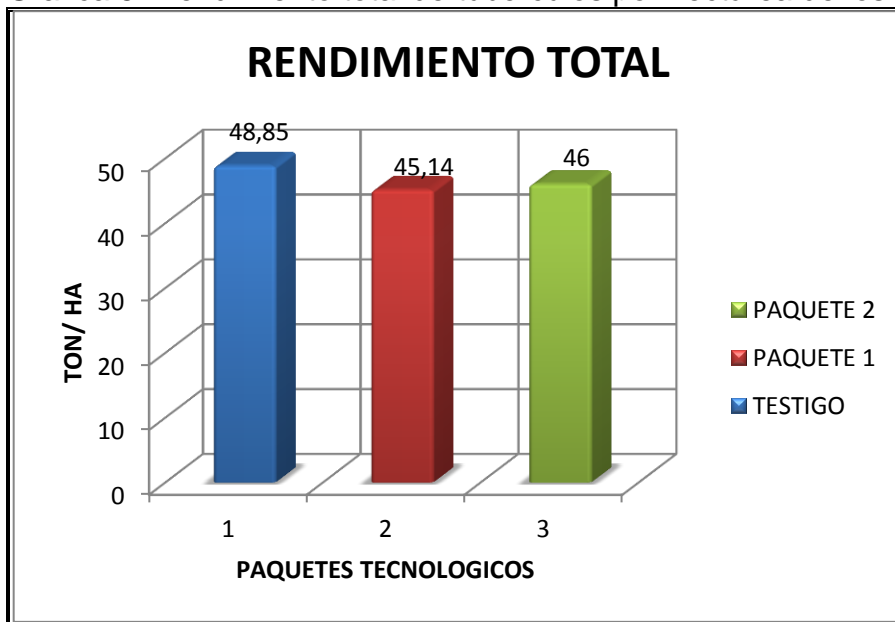
Domínguez, 1997. Dice que para obtener un alto rendimiento en un cultivo de papa, los niveles de N, P, K, Mg y Ca deben estar dentro de unas cifras razonables y equilibradas.

Dentro del diseño experimental de bloques al azar que se realizó para la variable de calidad el análisis de varianza, en las variables evaluadas, si hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Por ello, realice una prueba múltiple de comparación de medias con el método Tukey al 95% el cual resulto que en 1ª el paquete 1 fue el mejor, en 2ª el testigo supero a los dos paquetes y en 3ª y 4ª el paquete 2 resulto ser el mejor ante el testigo. Implicando que entre estos dos tratamientos tienen efectos similares.

León (2002) encontró que la respuesta en rendimiento de la aplicación de fertilizantes fosforado con ácidos orgánicos es clara, si existe una diferencia mayor de 3ton/ha entre tratamientos mostrándose un favor del fertilizante liquido, esta diferencia principalmente en papa de primera.

Gráfica 5. Rendimiento total de tubérculos por hectárea de los tres paquetes



En la grafica se observa que el rendimiento total fue diferente en cada uno de los tratamientos, donde el que obtuvo la producción más alta fue el testigo, con un rendimiento de 48.85 ton/ha, superando al paquete 2 con un rendimiento de 46 ton/ha y al paquete 1 con 45.14 ton/ha de rendimiento por debajo del paquete 2 y el testigo.

Cuadro7. ANVA rendimiento total (ton/ha)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	30.166016	15.0830008	15445.0000	0.000
BLOQUES	3	599.994141	199.998047	204798.0000	0.000
ERROR	6	0.005859	0.000977		
TOTAL	11	630.166016			
C.V. = 0.07%					

En el cuadro 6. De análisis de varianza podemos observar que es altamente significativo para el rendimiento total.

Para saber cuál de los tratamientos es el mejor realice la prueba múltiple de comparación de medias con el método Tukey al 95% de probabilidad, el cual el resultado fue mejor el testigo. Esto quiere decir que los tratamientos no existe significancia y que los tratamientos obtuvieron efectos similares.

### Tabla comparación de medias

Cuadro 8. Comparación de medias del rendimiento total/ha

TRATAMIENTO	MEDIAS	
TESTIGO	48.8500	A
PAQUETE 1	46.0000	B
PAQUETE 2	45.1400	C
Nivel de significancia= 0.01 Tukey= 0.0989		

La prueba de medias nos indica que el mejor paquete es el testigo, el cual implica que los tratamientos tienen efectos similares, sin embargo, al observar el paquete 1 y 2 si existe significancia.

Acá podemos decir que la importancia de utilizar estos paquetes de fertilización foliar radica en que con ella puede mejorarse la calidad e incrementar el rendimiento de los cultivos y en muchos problemas de fertilización al suelo (fijación, inmovilización, volatilización) pueden ser resueltos mediante este tipo de fertilizantes Fregoni, (1986). Corral y López (1999).

### **Análisis económico.**

La relación beneficio-costo es donde reporta la utilidad bruta por hectárea, obtenido de acuerdo al precio del mercado para las distintas categorías y el rendimiento extrapolado en ton/ha menos los costos del cultivo considerando el incremento de la aplicación del producto en investigación.

Se puede observar que el testigo tiene una relación costo- beneficio de \$1- \$1.84, mientras que para el paquete 1 es de \$1- \$1.59 y de \$1- \$1.65 para el paquete 2.

Por lo cual con los datos obtenidos se puede decir que el testigo presenta mejor resultado aparte del beneficio que puede proporcionar al rendimiento y calidad de la papa.

Pero dejando a criterio del productor el paquete 2 presenta buenos resultados aparte del beneficio en cuanto a la calidad de tubérculos en 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> en el aspecto técnico.

Cuadro 9. Costos de producción del cultivo de papa, en la región de Perote, Veracruz

ACTIVIDAD	<i>COSTO</i> (testigo)	<i>Costo</i> (paquete 2)	<i>Costo</i> (paquete 1)
Renta del terreno	\$25000	\$25000	\$25000
Semilla	\$35000	\$35000	\$35000
Tratamiento de la semilla	\$2000	\$2000	\$2000
Preparación terreno siembra	\$3000	\$3000	\$3000
Fertilización	\$15000	\$15000	\$15000
Agroquímicos	\$12000	\$10,330	\$10,020
Fertirriego	\$1000	\$1000	\$1000
fumigaciones	\$20000	\$20000	\$20000
Cosecha	\$11640	\$11640	\$11640
Mano de obra	\$15360	\$15360	\$15360
costo real/ha	<b>\$140000.</b>	<b>\$138,330</b>	<b>\$138,020</b>

Cuadro 10. Relación beneficio-costo del cultivo de papa, en la región de perote, Veracruz

Tratamiento	costo /ha	Rendimiento total/ha	Rendimiento total/kg de 1 <sup>a</sup> ,2 <sup>a</sup> ,3 <sup>a</sup> ,4 <sup>a</sup>	Valor promedio 1 <sup>a</sup> ,2 <sup>a</sup> ,3 <sup>a</sup> ,4 <sup>a</sup>	Valor venta	Utilidad bruta
Testigo	\$140,000	48.85	48,850 kg	\$8.00	\$390,800	\$258,800
Paquete 1	\$138,330	45.14	45,140 kg	\$8.00	\$361,120	\$221,120
Paquete 2	\$138,020	46	46000 kg	\$8.00	\$368,000	\$228,000

## CONCLUSIÓN

A base de los resultados obtenidos en este trabajo realizado en la región de Perote, Veracruz y de acuerdo al objetivo e hipótesis se concluye lo siguiente:

El mejor resultado fue el testigo en el cual se obtuvo un mejor rendimiento (48.85 ton/ha), quedando en segundo lugar el paquete 3 (46 ton/ha) y el paquete 2 con (45.14 ton/ha)

La calidad en 1<sup>a</sup> se obtuvo en el paquete 1 y 2 superando al testigo. En 2<sup>a</sup> obtenidas en el testigo, superando a los paquetes 1 y 2. En 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> el paquete 2 fue similar al testigo, superando al paquete 1.

La relación costo-beneficio del testigo fue de \$1- \$1.8 resulto ser el mejor quedando por encima de los otros 2 paquetes en el aspecto económico.

De acuerdo al manejo que los productores le dan al cultivo de papa en esta región, con el paquete testigo y en comparación a los otros dos paquetes tecnológicos, se determina positivamente un buen crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de papa.

El uso de paquetes tecnológicos es posible que presenten los mismos resultados en cuanto a rendimiento, pero no todos presentan el mismo relación-beneficio costo por lo cual el productor determinara el más adecuado a sus posibilidades económicas ante la variedad y la zona productora.

## BIBLIOGRAFIA

**Alexander** (Ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the first international symposium of foliar fertilization by Schering agrochemical division. Berlín. 1995.

**Álvarez, O.** (1988). Calidad de compostas de diferentes materiales orgánicos a partir de su contenido en ácidos húmicos y ácidos fúlvicos y el desarrollo del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum L.*). Tesis de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

**Alonso A. F.** 1996. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-prensa. México. Pp. 33-34.

**Caseres, J.** 1999. Importancia y evaluación de fertilizantes potasio, comportamiento de plantas. Reacción y Formulación de datos.

**Castellanos, J.Z.** 1997. Evaluación del estado nutrimental del suelo y de los cultivos ferti-irrigados. Memorias segundo simposium internacional de ferti-irrigación. Querétaro México. Pp. 51-52.

**Domínguez Vivanco, Alonso.** Tratado de fertilización. Tercera edición 1997. 613p.



**Etchevers**, BJD 1997. Evaluación del estado nutrimental del suelo y de los cultivos ferti-rrigados. Memorias segundo simposium internacional de fertirrigación. Querétaro México. Pp. 51-52.

**Fregoni**, M. 1996. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Pp. 205-211. In:

**Fundagro** 1998. Aspectos tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador. Serie técnica N° 4. Centro Editorial de la Fundación Simón Bolívar, Quito, Ecuador. 260p.

**J., Franco** (1997). Ácidos húmicos.

[http://www.ediho.es/horticom/ten\\_aut/\\_nut/ahumicos.html](http://www.ediho.es/horticom/ten_aut/_nut/ahumicos.html).

**Narro**, F. E. 1995 Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de papa. Memorias de VI congreso nacional de productores de papa. Saltillo, Coahuila.

**León** C. G. 2002. Evaluación de los componentes del rendimiento del cultivo de papa (*solanumtuberosum* L.) var. Gigant, bajo condiciones de fertilización en saltillo, Coahuila, tesis licenciatura UAAAN, saltillo, Coahuila, México

**Pérez**, I., C. 1988. Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un andosol de la sierra tarasca, Michoacán. Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Mex.

**Rodríguez, S.F.**1988. Fertilizantes – nutrición vegetal. A.G.T. E editor, S. a. México, D.F.

**SAGARPA**,Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS),

**Santos, T. A.** 1988. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Gonzales, F. R. agro tecnología Moderna. Fertilizantes. Centro nacional de investigación Agrarias. CNIA, SARH. México. Pp. 120- 128.

**SEP.** 1987. Papa. Mundial para la educación agropecuaria. Área producción vegetal. 54 pp.

**Summer, M. E.** 1979. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. Agron. J. Vol. 71: 343-348 U.S.A.

**Tisdale, D. L. y Nelson, W.L.** 1982. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Unión topográfica Editorial UTEHA, S.A. de C. V.

## APENDICE.

Cuadro 1. Muestréos de número de tubérculos por tallo/ metro.

	núm. Tallo	núm. Tubérculo
TESTIGO	6	24
T1	5	21
T2	6	18
	núm. Tallo	núm. Tubérculo
testigo	6	45
t1	6	27
t2	6	30
	núm. Tallo	núm. Tubérculo
T1	6	66
t1	5	45
t2	6	55

Cuadro 2. ANVA calidad tubérculos (%/1<sup>a</sup>)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.245117	0.122559	0.3002	0.753
BLOQUES	3	198.301758	66.100586	161.9306	0.000
ERROR	6	2.449219	0.408203		
TOTAL	11	200.996094			
C.V. = 2.13%					

Cuadro 3. ANVA calidad tubérculos (%/2<sup>a</sup>)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	43.607422	21.803711	6.7088	0.030
BLOQUES	3	306.000977	102.000328	31.3847	0.001
ERROR	6	19.500000	3.250000		
TOTAL	11	369.108398			
C.V. = 5.38%					

Cuadro 4. ANVA calidad tubérculos (%/3<sup>a</sup>)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	18.424805	9.212402	22640.4004	0.000
BLOQUES	3	149.998535	49.999512	122878.8047	0.000
ERROR	6	0.002441	0.000407		
TOTAL	11	168.425781			
C.V. = 0.09%					

Cuadro 5. ANVA calidad tubérculos (%/4<sup>a</sup>)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	1.859985	0.929993	11.1599	0.010
BLOQUES	3	131.000061	43.666687	524.0002	0.000
ERROR	6	0.500000	0.083333		
TOTAL	11	133.360046			
C.V. = 3.70%					

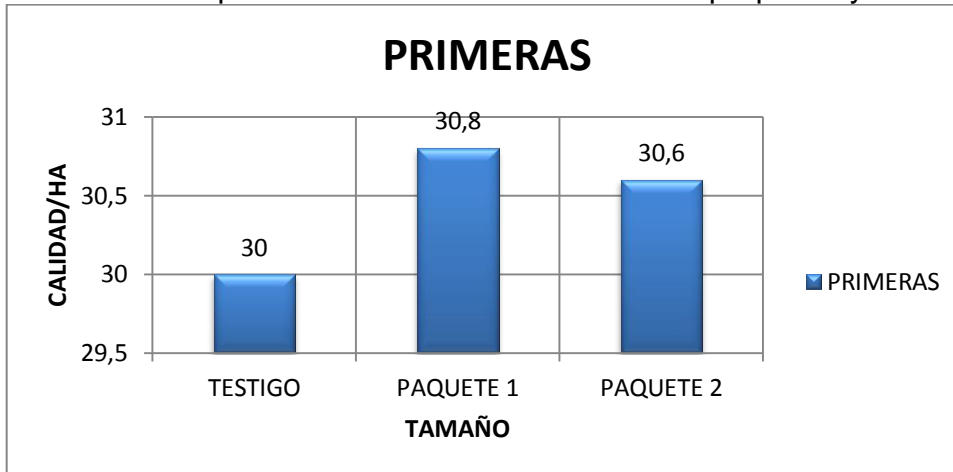
Cuadro 6. Rendimiento total del cultivo de papa ton/ha, perote Veracruz.

v. Fianna	total cajas	peso caja (kg)	Total ton.	ton/ha
Testigo	977	25	24.42	48.85
T1	903	25	22.57	45.14
T2	920	25	23	46

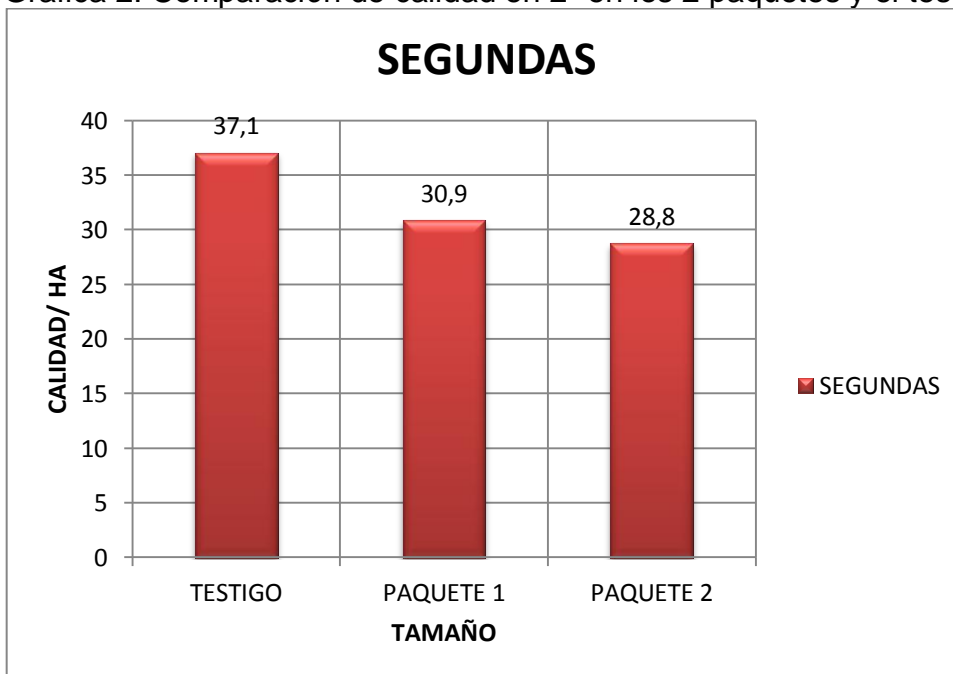
Cuadro6. ANVA rendimiento total (ton/ha)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	30.166016	15.0830008	15445.0000	0.000
BLOQUES	3	599.994141	199.998047	204798.0000	0.000
ERROR	6	0.005859	0.000977		
TOTAL	11	630.166016			
C.V. = 0.07%					

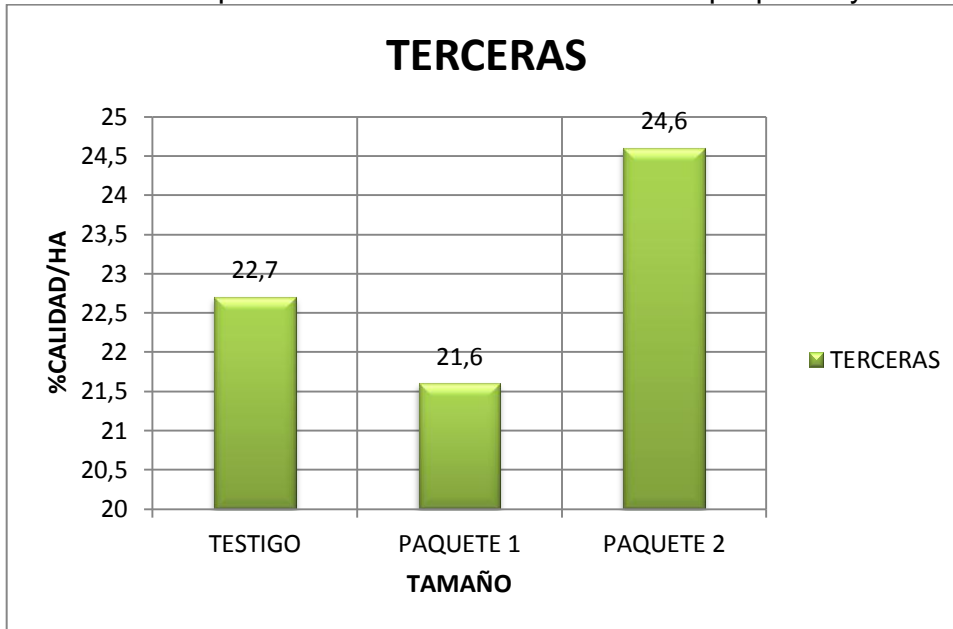
Grafica 1. Comparación de calidad en 1ª en los 2 paquetes y el testigo.



Grafica 2. Comparación de calidad en 2ª en los 2 paquetes y el testigo.



Grafica 3. Comparación de calidad en 3<sup>a</sup> en los 2 paquetes y el testigo.



Grafica 4. Comparación de calidad en 4<sup>a</sup> en los 2 paquetes y el testigo.

