

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



**Comportamiento de Ocho Cultivares de Papa (*Solanum tuberosum* L.)
en la Región Serrana de Nuevo León.**

Presentada por:

EFRAIN PEREZ MENDOZA

TESIS

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comportamiento de Ocho Cultivares de Papa (*Solanum tuberosum* L.)
en la Región Serrana de Nuevo León.

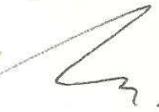
TESIS

Presentada por:

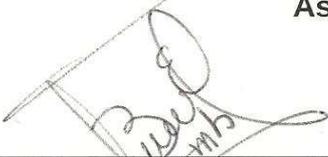
EFRAIN PEREZ MENDOZA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo en Horticultura

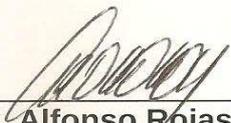
Aprobada



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Asesor Principal

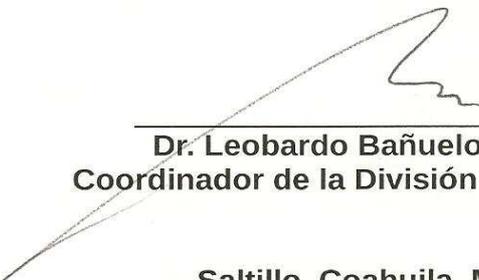


M.C. Blanca Elizabeth
Zamora Martínez
Coasesor



M.C. Alfonso Rojas Duarte

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012

AGRADECIMIENTOS

Grandemente a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por todos los conocimientos, que siempre tendré a bien compartir con todas las personas que los requieren.

A mis padres, Mtra. Ma. Rebeca Mendoza Caballero y Sr. León Pérez Mosqueda, a mis hermanas Susana Pérez Mendoza y Anahí Guadalupe Pérez Mendoza, porque siempre están a mi lado con su apoyo para lograr mi formación y confiar en todo momento en mi.

A mis tías, Lidia, Reina y Gloria Mendoza Caballero por tantos cuidados, palabras de aliento, consejos y confianza durante todos mis años de escuela, a mi tío José Manuel Pérez Aguilar porque siempre su apoyo ha sido de forma desinteresada y como un segundo padre. A mi tío Balde por esperar todo el tiempo mi regreso y preguntar por mí.

A mis primos Daniel, Manuel, Gabriela y Paola, por dejarme en alguna ocasión ser parte de un ejemplo a seguir y por apoyo ofrecido tantas ocasiones.

A mi abuelita, Ma. Soledad Mosqueda Ramírez, quien no ha dejado de mandar sus bendiciones en el cielo siempre que me alejo y por sus muchas historias divertidas de abuela, que sirvieron como consejos para que yo me cuide donde quiera que vaya.

A Susana Yadira Guerra Torres, por su amor, apoyo, confianza, dedicación y miles de palabras de aliento durante estos años, por aguantar con tanta fuerza la tristeza que causa la distancia y por creer en mí para continuar muchos años más de la mano.

A mis grandes y mejores amigos, Yavari Loyola, Eduardo Ortega, Rosendo Ramírez, Laura Reyes, Refugio Martínez, por tantas experiencias inolvidables y amistad interminable.

A mis buenos amigos, Nilda Nohemí López Martínez, a mi carnal, Othoniel González Pacheco, Dulce C. González Sandoval, Antonio Reyes Cabrera, por su amistad, apoyo y compañía durante estos años de Universidad y su ayuda en la realización de este trabajo.

A mi gran amigo y maestro, Dr. Leobardo Bañuelos Herrera, por brindarme tanto apoyo y la oportunidad de obtener infinidad de conocimientos profesionales, sociales y de la vida en el campo, por tantos viajes llenos de respuestas, de conocimientos, de risas y de alegrías. Por su dirección y ayuda en la realización de este trabajo, pero sobre todo por depositar su confianza en mí y transmitir sus conocimientos.

Al Ing. Eliseo S. González Sandoval, por su amistad, consejos y conocimientos ofrecidos durante mi carrera y momentos agradables en familia.

A la familia Sosa Flores, por esa calidez de familia que hace falta cuando se está lejos, por su amistad y por haberme ofrecido tantas veces un café y un plato de alimento.

A las personas del pueblo de Gral. Zaragoza, N.L., especialmente a don Epigmenio Montoya Gallegos, Nelda Marisol Montoya Ramírez, Sr. Delfino Sustanta Martínez y Sr. Rodrigo Gallegos Cortés y esposa la Sra. María Reyes Gallegos e hijos. Al Sr. Ismael Pérez Castillo del ejido La Siberia, por haber proporcionado sus tierras y trabajo durante la realización de este proyecto.

Al departamento de Horticultura de la UAAAN y sus docentes, por el apoyo y conocimientos técnicos proporcionados.

A TODOS USTEDES, GRACIAS TOTALES.

**EFRALIBRE
TIERRA, MAIZ Y LIBERTAD**

DEDICATORIA

De manera muy especial y con el más grande amor, a quienes me dieron la vida y el amor de todos los días, me han enseñado a luchar y trabajar, han confiado plenamente en mi y llenado de valores y consejos para nunca dejar de perseguir mis sueños. A MIS PADRES:

Sr. León Pérez Mosqueda
Sra. María Rebeca Mendoza Caballero

Quienes se mantendrán en mi mente y corazón, en todos los pasos y esfuerzos de mi vida para seguir alcanzando mis metas.

Con todo mi amor a mis hermanas, de quienes en todos los momentos he recibido un incondicional apoyo y esperanza, y que en esta ocasión les recuerdo cuanto les amo.

Susana Pérez Mendoza
Anahí Guadalupe Pérez Mendoza

A mi abuelita Chole, por darme alegres momentos y cariño desde el día en que nací y seguir ofreciéndome sus historias. Con inmenso cariño y recuerdo a la memoria de mis abuelos, Jesús Mendoza, Teresa Caballero y Antonio Lujan, que aunque se fueron hace muchos años, dejaron en mi memoria sus palabras y abrazos como aliento para siempre luchar, seguirán siempre vivos en mi mente y corazón.

Con mucho amor, respeto y agradecimiento a Susy, por estar de manera incondicional a mi lado, aunque la distancia se interponga y por todo ese gran apoyo y amor que día y noche me hace llegar. Te amo Yadirita.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
Agradecimientos	i
Dedicatoria	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Aspectos Generales del Cultivo de la Papa	4
2.1.1 Origen Geográfico y Antecedentes	4
2.2. Importancia del Cultivo	5
2.3. Calidad y Componentes de la Papa	6
2.4. Descripción Morfológica de la Planta de Papa	7
Raíz y Tubérculos	7
Tallos	8
Hojas	9
Flores y frutos	9
2.5. Clasificación Taxonómica	10
2.6. Características de la Planta	10
2.7. Requerimientos Edafoclimáticos	11
2.8. Fertilización	13
2.9. Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo	15
2.10. Experimentación Agrícola	18
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Localización del área experimental	20
3.2 Material Genético Utilizado	21
3.3 Material Químico	21
3.4 Manejo Agronómico del Cultivo	21
Preparación del Terreno	21
Fertilización	22
Siembra	22
Control de malezas	23

3.5 Diseño Experimental.....	24
3.6 Modelo estadístico	25
3.7 Tratamientos Empleados	25
3.8 Cosecha de los Tubérculos.....	26
3.9 Variables Medidas y Evaluadas	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Firmeza de Tubérculo	30
4.2 Diámetro Ecuatorial	33
4.3 Diámetro Polar	34
4.4 Peso	35
4.5 Número de tubérculos	37
V. CONCLUSIONES	41
VI. LITERATURA CITADA.....	43
VII. APÉNDICE	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Distribución y rangos de los principales componentes de la papa.....	7
Cuadro 3.1. Tratamientos empleados en el ensayo comportamiento de ocho cultivares de papa en la zona serrana del sur de Nuevo León, México	26
Cuadro 4.1. Concentración de medias de las variables evaluadas para los distintos tratamientos (variedades)	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Fotografía satelital que muestra la localidad Ejido La Siberia y la zona del área experimental (Fotografía tomada de Google Earth®, 2012)	20
Figura 3.2. Imagen que muestra el cultivo de papa antes de la escarda, aporque y deshierbe	23
Figura 3.3. La imagen muestra el cultivo de papa posterior a la fertilización y escarda	24
Figura 3.4. Fotografía que muestra tubérculos al momento de ser cosechados..	
Figura 3.5. En la imagen se muestra la extracción de los tubérculos	27
Figura 4.1. Respuesta de la papa para la variable Firmeza (Kg cm^{-2}) y niveles de significancia para los diferentes tratamientos.....	32
Figura 4.2. Respuesta de la papa para la variable Diámetro Ecuatorial (cm), correspondiente a los ocho tratamientos	34
Figura 4.3. Respuesta de la papa para la variable Diámetro Polar (cm), para los tratamientos evaluados.....	35
Figura 4.4. Respuesta de la papa para el caso de la variable Peso (Kg m^{-1} de surco) y niveles de significancia para los diferentes tratamientos.....	37
Figura 4.5. Respuesta de la papa para la variable Número de Papas (m^{-1} de surco) y niveles de significancia para los distintos tratamientos evaluados.....	39

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel mundial, es uno de los cultivos más importantes para la alimentación humana, principalmente por su alto contenido nutricional. La presente investigación surgió de la inquietud de buscar nuevas y mejores alternativas de cultivo, que apoyen a los productores marginados, en la obtención de mayor calidad y altos rendimientos en la producción de papa, lo que se verá reflejado en mayores ingresos económicos y bienestar para las familias.

El ensayo se realizó en el ejido La Siberia, Municipio de Gral. Zaragoza, Nuevo León, México, en el periodo del mes de junio a noviembre de 2010. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento de ocho cultivares de papa en la región serrana del sur de Nuevo León, para determinar cuál de las variedades, presenta una mejor adaptación a las condiciones de clima y suelo de la zona, y poder así generar antecedentes de información básica que podrá ser utilizada para establecer un paquete tecnológico del cultivo que servirá de apoyo a los productores marginados de la zona. Las variedades utilizadas fueron: Ágata, Adoras, Fábulas, Ambras, Felsinas, Gigant, Fiana y César, donde cada una representó un tratamiento. Se empleó un modelo estadístico completamente al azar para un diseño experimental de bloques al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones, resultando un total de 24 unidades experimentales.

La duración del ciclo productivo de la papa, representa una gran diferencia en la obtención de los mejores rendimientos, en el ensayo, las variedades que presentaron en campo un comportamiento precoz, manifestaron las mejores respuestas a las diferentes variables que fueron evaluadas, lo cual

se atribuye a un inicio de la tuberización de forma temprana y con ello mayor tiempo para la formación y crecimiento de los tubérculos al momento de la madurez óptima para realizar la cosecha; en comparación a las variedades en las que se observó un comportamiento tardío, lo que implicó menor tamaño y número de papas por metro de surco, así como pesos bajos y consistencias blandas en los tubérculos, por no haber completado la maduración al momento de la cosecha y por otro lado, por una menor tolerancia a las enfermedades que incidieron.

La cosecha estuvo determinada por la presencia de una helada que propició la desecación de la parte aérea de la planta, ello permite determinar tanto fechas de siembra como cultivares adaptables a los periodos libres de heladas tempranas. La presencia de enfermedades, también en las variedades tardías ocasionó pérdida de follaje y en consecuencia una menor tasa fotosintética, derivando esto en una baja acumulación de reservas localizadas en los tubérculos.

Los resultados obtenidos muestran, que el tratamiento que mejores rendimientos presento, fue el correspondiente al de la variedad Fiana, con los valores más altos para todas las variables analizadas, destacando la firmeza con un valor de 11.93 Kg cm^{-2} contra la variedad Ambras que obtuvo el valor más bajo, siendo este de 8.08 Kg cm^{-2} , ocasionado por la inmadurez de los tubérculos y por sus tamaños pequeños; Fiana mostró, de igual manera el mayor peso, con un valor de 2.3 Kg m^{-1} . Se tuvo también, que la variedad Adoras produjo un mayor número de tubérculos por metro de surco, con un valor de 47.33 tubérculos, comparado con la variedad Fábulas que reporta 22 tubérculos por metro de surco y una diferencia porcentual entre ambas variedades de 115.14%.

Palabras clave: Papa, *Solanum, tuberosum*, comportamiento, cultivares, Fiana, Adoras.

I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) representa uno de los cultivos alimenticios, tanto humano como pecuario, más importantes a nivel mundial como base de la alimentación de muchos países al lado de granos como maíz, trigo y arroz; genera grandes áreas de cultivo así como un buen porcentaje de oportunidades de trabajo para jornaleros de las comunidades aledañas a su producción y comerciantes a diferente escala.

Existen más de 4,300 variedades de papa comestibles que presentan una amplia diversidad de formas, colores, tamaños e incluso diferentes sabores, la mayoría de éstas se encuentran en la región andina, que es la que representa el origen geográfico de la especie.

Por unidad de superficie la papa proporciona altos rendimientos, cultivándose en condiciones favorables para la planta. Siendo su mayor uso el de la alimentación humana, tanto en fresco como en productos que la industria de alimentos procesa en frituras y algunas otras presentaciones envasadas que se comercializan como alimento; por ejemplo harinas, almidones, bebidas, puré y trozos de papa deshidratadas, entre otras. Es también utilizada en el sector pecuario para la alimentación de ganado y en la producción de tubérculo – semilla (semilla agrícola), para los ciclos posteriores de producción.

Son almidones y proteínas el mayor contenido en los tubérculos de la papa, que fungen como nutrimentos de reserva, de igual manera para generar una o varias plantas nuevas de cultivo o para su uso como alimento por el hombre y su utilización en los procesos de producción pecuaria.

En México existen regiones con buenas condiciones climáticas y edáficas, idóneas para el cultivo de la papa, que no han sido explotadas con esta especie, entre ellas se encuentran zonas en el estado de Nuevo León, que manifiestan tales características propicias para una buena producción. Se encuentran en el mercado un gran número de variedades adaptadas, ya en su mayoría a las regiones productoras actuales del tubérculo y que nos sirven como cultivares de prueba para ver su desarrollo en nuevas áreas.

El cultivo de la papa puede representar en éstas regiones, una excelente fuente de trabajo para la gente de las comunidades y principalmente de ingresos para las familias, debido a que los precios de venta se mantienen estables durante las estaciones de cosecha, ayudando de esta forma a elevar el poder adquisitivo de la población con una alternativa más de producción que se suma a los cultivos tradicionales como maíz y frijol, entre otros, que de alguna manera representan menores ingresos, en comparación al cultivo de papa, en la mayoría de las veces por la falta de un programa técnico adecuado para su producción.

Al abrir nuevas áreas al cultivo de la papa y con la utilización de semilla libre de enfermedades haciendo uso de un programa técnico basado primordialmente en un esquema de fertilización, lo esperado es que la calidad del tubérculo se incremente y el productor se involucre en nuevas técnicas y cultivos que le serán benéficas para mejorar su calidad de vida en función de la obtención de un mayor ingreso, que le sea suficiente para cubrir sus necesidades principales en conjunto con su familia y su comunidad.

En la zona serrana del sur del estado de Nuevo León, se ha dado la producción de la papa desde hace varios años, en condiciones sin apoyo técnico para todo el ciclo y actividades del cultivo, usándose generalmente materiales criollos obtenidos de las cosechas anteriores y que presentan bajos rendimientos. Para superar esta situación y aunado a las condiciones de suelo y

clima favorables para la producción de papa en la región, se estableció el presente trabajo experimental y que también busca determinar cual o cuales de los ocho diferentes cultivares de papa, presentan mejores rendimientos y adaptación para las distintas comunidades del municipio, que son diferentes en suelo, temperaturas y humedad, a la comunidad en estudio.

Por lo anterior, nuestros **OBJETIVOS** en este trabajo son los mencionados a continuación:

- Evaluar el comportamiento de ocho cultivares de papa en la zona serrana del sur del estado de Nuevo León, México.
- Determinar cuál es el cultivar de papa que mejor adaptación presenta a las condiciones ambientales de la zona en estudio.
- Generar un paquete tecnológico para el cultivo de papa, que sirva de apoyo para productores marginados de la zona serrana del sur del estado de Nuevo León.

HIPOTESIS

De los ocho cultivares evaluados; que al menos uno se adapte y represente un buen comportamiento productivo, a las condiciones climáticas y edáficas de la región serrana del sur de Nuevo León, México.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos Generales del Cultivo de la Papa

2.1.1. Origen Geográfico y Antecedentes

Harris (1978) citado por Moreno (2000); indica que el cultivo de papa es una planta originaria de la región fría y montañosa de los Andes de América del Sur, comprendida por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Su existencia data de más de 5000 años (Simmonds, 1970). Posteriormente el cultivo se extendió hacia el sur de Chile, Centro América, México y a los Estados Unidos de Norteamérica; siendo en Perú domesticada e introducida a la alimentación humana entre el siglo IV y IX por las culturas Pre – incásicas. Quillet y Jackson (1972), aseveran que el lugar de origen se extiende desde la zona de valles y altiplanos de Ecuador y hasta el norte de Los Andes, siendo cultivada desde 0 a 4000 msnm.

Delgado (1968), indica que la papa es perteneciente a la familia de las solanáceas, y que en el mundo únicamente dos regiones aportan especies silvestres de las que se han derivado las cultivadas, las dos regiones se localizan en México y en la Región Andina, en el sur del continente americano. La especie *tuberosum* es la más cultivada en el mundo, de las diferentes especies existentes. Del resto de las especies, algunas de ellas son cultivadas en sus lugares de origen, como ejemplo esta la especie *andigenum*.

De manera silvestre existen más de 180 especies, aunque estas no presentan las mejores cualidades organolépticas, son amargas al ser comestibles, su importante biodiversidad incluye las resistencias naturales a las

plagas, a las enfermedades y a las condiciones ambientales adversas, por lo que representan un interés para el mejoramiento genético de nuevas variedades que manifiesten las tolerancias necesarias a los patógenos de mayor daño económico.

Una planta de papa en promedio, puede llegar a producir entre 5 – 20 tubérculos nuevos, que son auténticos clones de la planta madre. La papa se cultiva y produce en más de 100 países de todo el mundo, dejando ver con ello su importancia (IPC, 2012).

2.2. Importancia del Cultivo

Valadez (1996), menciona que la papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los alimentos más importantes del continente americano, entrando en la clasificación de importancia, en el cuarto lugar, por su elevada producción de proteínas por unidad de superficie.

Bolaños (2006), indica que en México las principales zonas productoras se localizan en lugares con altitudes que van desde los 15 msnm en estados como Baja California, Sonora y Sinaloa hasta altitudes de más de 2500 msnm. En la última década los principales estados productores de papa han sido Sinaloa, Estado de México, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora y Guanajuato, los que conjuntamente aportan el 60% del total de la producción del país.

En las áreas productoras de papa, en los estados de Coahuila y Nuevo León, el cultivo está ampliamente tecnificado en cuestiones de la labranza y del uso de insumos (fertilizantes y plaguicidas) aunque a pesar de ello se obtienen rendimientos bajos que son en promedio de 27.76 Ton ha⁻¹ y que de acuerdo a la potencialidad productiva del cultivo, están por debajo de la media mundial (SIAP, 2012).

En México para el año agrícola 2010, la superficie de papa que fue sembrada, asciende a 55,645.63 hectáreas, habiéndose cosechado únicamente un total de 55,358.63 hectáreas, con una producción de 1,536,617.37 toneladas y en base a los datos anteriores los rendimientos obtenidos por hectárea fueron de 27.76 Ton ha⁻¹ (SIAP, 2012).

Social y económicamente, la importancia del cultivo de la papa en la región productora de estos dos estados, es bastante significativa, produciendo grandes volúmenes de alimento de buena calidad, proporcionando empleo a miles de personas y generando una gran derrama económica beneficiando ampliamente a la población.

2.3. Calidad y Componentes de la Papa

La calidad está definida como el conjunto de características relevantes para el mercado que posee un producto alimenticio.

Los estándares de calidad varían en función del destino de la producción y para el caso de la papa, se presentan 2 principales destinos: Papa para consumo y papa para la industria.

La calidad de la papa se puede medir con varios parámetros, objetivos y subjetivos. Dentro de los primeros y los más importantes, tienen que ver con la apariencia o presentación de la papa y los fundamentales son: forma, color, tamaño, profundidad de ojos, sanidad y turgencia (firmeza) y dentro de los parámetros subjetivos tenemos al sabor, textura, estructura que dependen de la percepción o apreciación de la persona y varía de una a otra. El tubérculo de la papa tiene un alto valor biológico alimenticio, su constitución química se observa en el cuadro 2.1. (<http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Calidad>).

Cuadro 2.1. Distribución y rangos de los principales componentes de la papa.

Componente	Rango %	Media
Agua	63.2 – 86.9	75.05
Sólidos totales	13.2 – 36.8	23.7
Proteína (Nitrógeno total +6.25)	0.7 – 4.6	2
Glicoalcaloides (Solanina)	0.2 – 41	3 – 10 mg 100g ⁻¹
Grasa	0.02 – 0.20	0.12
Azúcares reductores	0.0 – 5.0	0.3
Total Carbohidratos	13.3 – 30.53	21.9
Fibra Cruda	0.17 – 3.48	0.71
Ácidos Orgánicos	0.4 – 1.0	0.6
Ceniza	0.44 – 1.9	1.1
Vitamina C	1 – 54 mg 100g ⁻¹	10 – 25 mg 100g ⁻¹

Estos valores cambian de acuerdo a variedad, lugar de producción, manejo agronómico del cultivo y forma de almacenaje. Estos parámetros influyen fuertemente en la calidad. (<http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Calidad>).

2.4. Descripción Morfológica de la Planta de Papa

La planta de papa es del tipo C₃, presenta dos cotiledones, por lo que se le clasifica como dicotiledónea, es una planta herbácea arbustiva perteneciente a la familia de las solanáceas. Su propagación principalmente es vegetativa; es anual en su parte aérea y también perenne por sus tubérculos, siendo éstos unos tallos modificados, principal parte de reproducción del cultivo.

Raíces y Tubérculos

La planta presenta raíces adventicias largas, muy delgadas a finas, y en gran cantidad y no presentan la capacidad de producir tubérculos. La planta produce estolones que son estructuras de mayor grosor que las raíces, y que se ensanchan formando los tubérculos, constituyendo la parte comestible de la planta y de importancia comercial. La raíz normalmente alcanza longitudes no mayores a los 50 cm.

Los estolones son tallos laterales modificados y subterráneos de donde en su parte terminal se originan los tubérculos siendo estos órganos

engrosados y adaptados para el almacenamiento de reservas, su forma es principalmente ovoide o cilíndrica y con una variación en colores como el blanco, amarillo, rosa, violeta y colores púrpuras oscuros. En algunas ocasiones se logran desarrollar tubérculos aéreos en el área de inserción de las hojas al tallo; esto se presenta cuando la parte aérea continua con la producción de reservas fotosintetizadas y se ha producido el bloqueo de estas reservas de asimilación hacia los tubérculos subterráneos, se identifican dos principales causas de este fenómeno, las cuales son daño mecánico o la infestación por hongos patógenos como *Rhizoctonia solani* (Moreno, 2000).

Los tubérculos presentan peso y tamaño variables que dependen de la variedad y de la etapa fenológica o edad en que se sustraen del suelo al ser cosechados.

El tubérculo de la papa presenta estructuras generadoras de nuevos crecimientos, llamadas yemas (también conocidas como “ojos”) que son una especie de protuberancias en medio de un hundimiento o hueco que las protege, distribuidas en toda la superficie del tubérculo y que son puntos de brotación de las yemas vegetativas que dan lugar a una o varias plantas nuevas, cuando el tubérculo es sembrado en el suelo. La cantidad de yemas en un tubérculo varía por unidad de superficie, tamaño del tubérculo y condiciones ambientales que han afectado de alguna manera el proceso de tuberización o formación de la papa.

Tallos

Referente a la parte aérea arbustiva; los tallos son de color verde y ramificados, huecos y triangulares en el corte transversal. Los tallos son herbáceos, el tallo principal se origina directamente del tubérculo – semilla y presenta ramificaciones conocidas como tallos secundarios.

Hojas

Las hojas presentan pubescencia, al igual que el resto de las partes aéreas de la planta. La parte inferior de éstas es la que contiene mayor número de estomas que el lado superior. Se conoce como primer nivel a la parte baja del tallo, incluidas las hojas y flores, es llamado un segundo nivel a la parte que está comprendida entre las flores del primer nivel o inferior y la segunda generación de flores, y un tercer y último nivel es el comprendido en la parte posterior de la planta a partir de la segunda generación de flores. Las hojas maduras son compuestas con 7 a 9 foliolos.

Flores y Frutos

Las flores de la papa son pentámeras, perfectas, variando en color desde el blanco hasta el morado y el número de éstas por planta es de acuerdo al cultivar. El fruto de la papa es una baya de forma ovoide o redonda y carnosa, que varía en color, desde el verde en estado inmaduro y amarillo a morado oscuro cuando está maduro, su tamaño es variable entre 1 y 3 cm de diámetro con un número de 100 a 400 semillas pequeñas y de forma aplanada (Báez, 1983 citado por Martínez, 1998).

Solamente se usa la semilla botánica o verdadera de la papa en el mejoramiento genético, para la obtención de variedades mejoradas.

2.5. Clasificación Taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum L., 1753*

Especie: *Tuberosum L., 1753*

2.6. Características de la Planta

La papa es una planta perenne que manifiesta la capacidad para sobrevivir año con año en su forma de tubérculo, modificando el pedúnculo debajo del suelo, sus 4 etapas o fases de desarrollo son las siguientes, según Stone, *et al* (1986):

ETAPA I.- Crecimiento vegetativo

ETAPA II.- Tubérculos iniciales

ETAPA III.- Crecimiento del tubérculo

ETAPA IV.- Maduración

Factores como la edad de la semilla, el clima, las prácticas culturales y las enfermedades influyen en el crecimiento.

Wissae y Ortiz (1987), indican que el ciclo de crecimiento de la papa depende del tipo de siembra, inicio de la tuberización durante el tiempo en el cual se presenta el llenado de los tubérculos. El ambiente, la temperatura, fotoperiodo y otros factores afectan grandemente el patrón de crecimiento y de desarrollo.

Se le llama crecimiento al incremento irreversible en tamaño generalmente relacionado con un aumento en peso y cantidad de protoplasma, lo que en términos generales se conoce también como ganancia o generación de biomasa y en la agricultura, el tener éxito depende de manera principal y sustancialmente del crecimiento, consecuencia del desarrollo de las plantas que son cultivadas, según Ortiz citado por Ruiz (1998).

El ciclo vegetativo varía de entre 90 días para las variedades tempranas o de ciclo corto y de más o menos 120 días para las variedades tardías, o de ciclo largo.

2.7. Requerimientos Edafoclimáticos

En el periodo de crecimiento la papa requiere de una variación de la temperatura ambiental. Después de la siembra, la temperatura óptima es de 20°C para que se manifieste un buen desarrollo, posteriormente la planta requiere de temperaturas más altas para tener un buen crecimiento del follaje, pero las temperaturas deben ser menores de 30°C.

En el tiempo de desarrollo de los tubérculos es importante que la temperatura se encuentre entre los 16°C y los 20°C, y de manera especial en las regiones más cálidas es esencial que las noches sean frescas para ayudar a la inducción de la tuberización de los tallos (SEP, 1982).

La formación de las sustancias de tuberización por tallos y hojas depende de la variedad, temperatura y fotoperiodo. En los días cortos la síntesis de sustancias de tuberización es mayor que durante los días largos, lo que representa un aumento en el crecimiento vegetativo de la planta (Edmon, 1981).

La duración del ciclo de crecimiento del cultivo de papa, depende del tipo de siembra e inicio del proceso de tuberización, de la rapidez con que inicia la tuberización y de la pendiente de la curva de tuberización, durante el transcurso de la época del llenado de los tubérculos (Wissae y Ortiz, 1987). El ciclo también es fuertemente afectado por factores del ambiente tales como: la duración del día, temperatura y de la interacción de los factores de mayor importancia.

La papa requiere de un continuo suministro de agua durante su etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo de papa es de aproximadamente 500 mm para todo el ciclo productivo. La falta de agua propicia la disminución de la producción y deforma el tubérculo. Las precipitaciones pluviales elevadas y la humedad relativa alta, provocan una rápida incidencia de enfermedades (SEP, 1982).

La papa tiene una buena adaptación a diversos tipos de suelo, con preferencia a los de texturas medianas, francos; los migajones y suelos orgánicos son ideales; en los suelos de tipo mineral una adición de materia orgánica bien compostada es muy recomendable (SARH, 1994).

Valadez (1996), indica que la papa se desarrolla muy bien en los suelos franco – arenosos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. En lo que se refiere al pH la papa manifiesta una buena tolerancia a la acidez, comportándose en el rango de pH: 5.0 – 6.5. También el autor considera a la papa con buena tolerancia a la salinidad, pudiendo desarrollarse en suelos con una salinidad de 4 a 10 dSm⁻¹.

2.8. Fertilización

Es sin duda, la nutrición de los cultivos la parte medular de la obtención, principalmente, de altos rendimientos y de mejor calidad en los productos cosechados.

La fertilización es la práctica que se realiza para proveer de las fuentes de nutrimentos a las plantas, ya sean de origen orgánico (estiércoles, compostas, etc.) o de producción sintética (fórmulas químicas sintéticas comerciales).

Otro de los aspectos importantes, en los cuales la nutrición de los cultivos está muy relacionada, es en generar y mantener plantas vigorosas y sanas, lo que a su vez proporciona de manera natural buenos niveles de resistencia a los posibles ataques de plagas y enfermedades que causan los mayores daños económicos para el cultivo. Huber (1980), citado por Martínez (1998), menciona que las plantas con deficiencias agudas de nutrimentos pueden ser más vulnerables al ataque de enfermedades que las que tienen una nutrición óptima.

Niveles adecuados de la mayoría de los macronutrimentos, básicamente del nitrógeno y el fósforo ayudan en la creación de nuevas raíces, lo que compensa los efectos dañinos de los patógenos sobre las mismas, así como las condiciones de déficit nutricional que pudiera existir (Ortega, 1995).

Una concentración suficiente de nitrógeno en las plantas se manifiesta en una mayor concentración de clorofila en las hojas, mayor asimilación y síntesis de productos orgánicos, un color verde intenso en el follaje, una alta producción de hojas de buena calidad y sanidad, promueve un crecimiento vigoroso de la planta, retarda la madurez y es esencial en la producción de proteínas y hormonas del crecimiento (Martínez, 1998). Patterson (1970) citado por

Martínez (1998); afirma que un exceso de nitrógeno es igual a un rápido crecimiento vegetativo, hojas de un color verde oscuro y a una menor floración y fructificación; los tejidos se muestran más susceptibles a las heladas y a enfermedades.

El fósforo interviene en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía en las células, en la división celular, alargamiento celular y en muchos más procesos de las plantas. Así también, este elemento promueve tempranamente la formación y crecimiento de las raíces, y permite a las plantas usar de manera eficiente el agua, disminuye los tiempos de maduración, lo anterior según The Potash and Phosphate Institute (1997).

López (1994), citado por Martínez (1998); indica que cantidades adecuadas de fósforo demuestran un mayor desarrollo y crecimiento general de la planta, aceleración de la fructificación y la floración, así como una mayor resistencia a las enfermedades.

El potasio interviene en la síntesis y traslado de azúcares y almidones. Algunas de las consecuencias por la deficiencia de potasio en las plantas es el debilitamiento de los tallos y una menor capacidad de resistir el ataque de los patógenos (Bidwell, 1993). La abundancia de potasio implicará un mayor crecimiento y vigor de la planta, un buen desarrollo de flores, frutos y semillas, así también una marcada resistencia al frío y a las enfermedades (López, 1993, citado por Martínez, 1998).

Una fertilización adecuada con potasio también llega a reducir el estrés que es causado por los nematodos (Agrios, 1996).

Los elementos que mayormente requiere la planta de papa para su crecimiento, desarrollo y producción de los tubérculos y que ya hemos descrito su importancia en párrafos anteriores, son el N, P, K. La concentración de estos

elementos, para el aporte a la planta, está en función de la variedad y la edad del cultivo (Báez, 1983).

Según los rendimientos que se obtienen, las extracciones de nutrimentos del suelo por parte de la planta de papa son variables. Por lo general, una hectárea del cultivo extrae: 200 kg de Nitrógeno, 50 kg de Fósforo (P_2O_5) y 200 kg de Potasio (K_2O).

Las aportaciones de material orgánico en forma de estiércoles, completamente desmenuzados y compostados, se recomiendan en cantidades que van de 20 – 30 toneladas por hectárea.

Las dosis de fertilización de fondo recomendadas por hectárea son de 80 Kg de Nitrógeno, 70 – 100 Kg de Fósforo (P_2O_5) y 200 – 300 Kg de Potasio (K_2O), pero siempre es factible realizar un análisis de suelo para determinar con exactitud el contenido nutrimental de éste y su respectiva y correcta aportación con las fuentes fertilizantes que proveen de los elementos faltantes para una mejor producción.

2.9. Principales Plagas y Enfermedades que Atacan al Cultivo

El cultivo de la papa es atacado por un gran número de plagas y enfermedades, que de no ser controladas en tiempo y forma adecuados, llegan a ocasionar grandes pérdidas económicas a los productores mexicanos. Generalmente los patógenos se encuentran en el suelo o son llevados en las papas usadas como semilla que no reciben tratamientos fitosanitarios.

Las condiciones ambientales de temperaturas elevadas y humedad relativa alta, favorecen el desarrollo de los insectos que atacan a la planta de papa y que los más importantes son vectores de las enfermedades que mayores daños causan al cultivo, así también, tales condiciones climáticas

favorecen el desarrollo de las enfermedades, principalmente de las que mayores daños ocasionan a las plantas cultivadas.

Para la obtención de productos de la mejor calidad es indispensable cuidar la fitosanidad del cultivo. Existe un gran número de enfermedades y plagas que atacan tanto la parte aérea de la planta como a raíces y tubérculos. La prevención de la aparición de las plagas y enfermedades, así como de su desarrollo y dispersión, es un factor muy importante para lograr que el cultivo de la papa se realice de manera exitosa, bajo los procedimientos de las buenas prácticas agrícolas del manejo integrado de plagas y enfermedades y se obtengan los mejores rendimientos con productos de la mejor calidad. (<http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Plagas>).

A continuación se enlistan las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la papa, y se separan por tipo de agentes patógenos, para ambos casos (CIP, 1996; CIP, 2011).

Enfermedades Bacterianas

Marchitez Bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

Pierna Negra y Pudrición Blanda (*Erwinia spp.*)

Pudrición Anular (*Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*)

Sarna Común (*Streptomyces scabies*)

Enfermedades Fungosas

Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

Pudrición Basal (*Sclerotium rolfsii*)

Pudrición Seca y Marchitez por Fusarium (*Fusarium spp.*)

Marchitez por Verticillium (*Verticillium alboatrum, V. dahliae*)

Enfermedades Virales

Virus Y y Virus A de la Papa (PVY y PVA)

Enrollamiento de las Hojas (PLRV)

"Mop-Top" de la Papa (PMTV)

Amarillamiento de las Nervaduras de la Papa

Enfermedades por Fitoplasmas

Punta Morada (Amarillamiento del Áster, "Stolbur", "Haywire")

Enfermedades Causadas por Ambiente Adverso

Deficiencia de Oxígeno

Daños por Temperaturas Bajas

Anormalidades en el Crecimiento del Tubérculo

Grietas y Magulladuras del Tubérculo

Daños por Agentes Químicos

Daños por Contaminación Ambiental

Enrollamiento no Viral

Desbalance Nutricional

Nematodos

Nematodos del Quiste (*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*)

Nematodos del Nódulo de la Raíz (*Meloidogyne spp.*)

Falso Nematodo del Nódulo de la Raíz (*Nacobbus aberrans*)

Nematodos de la Lesión Radicular (*Pratylenchus spp.*)

Insectos

Pulgón Verde y Otros Áfidos (*Myzus persicae* y otros *Aphididae*)

Trips (*Frankliniella spp.*)

Cigarritas Verdes (*Empoasca spp.* y otros géneros)
Polillas de la Papa (*Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema plaesiosema*, *Tecia solanivora* y *Scrobipalpula absoluta*)
Gusanos Cortadores (*Agrotis spp.* y otras especies de *Noctuidae*)
Pulguilla de la Papa (*Epitrix spp.*)
Gusanos Alambres (*Agriotes spp.* y otros *Elateridae*)
Gusanos Aradores (*Phyllophaga spp.* y otros *Scarabaeidae*)
Acaros (*Tetranychus spp.*, *Polyphagotarsonemus latus*)
Moscas Minadoras (*Liriomyza huidobrensis* y otros *Agromyzidae*)
Moscas Blancas y Otros *Aleurodidae*
Escarabajo Negro de la Hoja (*Epicauta spp.*)
Escarabajo Verde de la Hoja (*Diabrotica spp.*)

2.10. Experimentación Agrícola

Son muy diversos los problemas que la experimentación agrícola puede llegar a resolver, pues son muchos los factores que intervienen en la determinación de los rendimientos y muy distintos aquellos en los que el hombre puede influir con modificaciones que tengan repercusiones en dichos rendimientos. Independientemente de los estudios relativos a las plantas o al suelo, la experimentación agrícola, en lo que se refiere a estudios sobre las mejoras en los rendimientos de las cosechas en condiciones normales, abarca distintos problemas que pueden ser clasificados en cuatro diferentes modalidades (De la Loma, 1980):

- a) Ensayos o experimentos comparativos de variedades, líneas o descendencias.
- b) Ensayos relativos a la aplicación de fertilizantes.
- c) Ensayos referentes a los tratamientos para prevenir o combatir plagas y enfermedades.
- d) Ensayos relativos a prácticas de cultivo.

Los ensayos comparativos de variedades, líneas o descendencias. Esta clase de ensayos principalmente se llevan a cabo con dos finalidades distintas, que pueden ser expresadas, de la siguiente manera:

1) Una comparación entre variedades ya definidas o establecidas genéticamente, para elegir la más adaptada a una región determinada.

2) Comparación entre líneas o descendencias de una misma variedad o de cruzamientos entre variedades distintas, en los trabajos de mejora de plantas.

En las experimentaciones entre variedades, la única variación pertinente es la condición propia de cada una de las variedades y la tendencia que tienen a producir más altos rendimientos o productos de mejor calidad. Todas las demás causas de variación no se deben considerar como importantes o pertinentes, por lo que deben ser eliminadas hasta donde sea posible (De la Loma, 1980).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Área Experimental

La presente investigación fue realizada en terrenos de cultivo que se encuentran en el ejido La Siberia (Figura 3.1), perteneciente al municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México; dicha localidad se localiza en la región fisiográfica conocida como Sierra Madre Oriental. Sus coordenadas geográficas son: $23^{\circ} 51' 05.39''$ de latitud Norte y $99^{\circ} 40' 54.88''$ de longitud Oeste, a una altitud de 2,661 msnm.

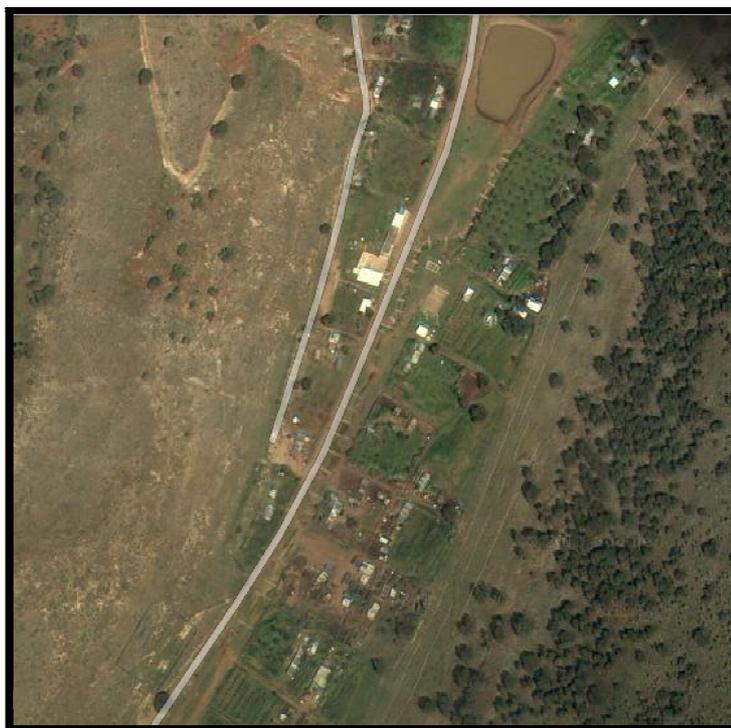


Figura 3.1. Fotografía satelital que muestra la localidad Ejido La Siberia y la zona del área experimental (Fotografía tomada de Google Earth[®], 2012).

3.2. Material Genético Utilizado

La semilla utilizada fueron tubérculos de papa (*Solanum tuberosum L.*) de las variedades siguientes: Agata, Adoras, Fábulas, Ambras, Felsinas, Gigant, Fiana y César. El material fue obtenido con diferentes productores en los estados de Coahuila y Nuevo León; considerando que había sido sometida a tratamientos fitosanitarios para eliminar los posibles patógenos que pudieran presentarse durante el ensayo en la parcela experimental.

3.3. Material Químico

Las fuentes fertilizantes usadas estuvieron compuestas por 220 Kg de Urea 46 – 00 – 00; 120 Kg de Fosfato Monoamónico (FMA) 11 – 52 – 00 y 150 Kg de Nitrato de Potasio (KNO_3) 14 – 00 – 46. El nitrógeno fue dosificado de la siguiente manera: el 50% al momento de la siembra, 25% en la primera labor de cultivo y el 25% restante en la segunda escarda.

3.4 Manejo Agronómico del Cultivo

Preparación del Terreno

La siembra se realizó como se describe a continuación:

Primeramente, se hizo la preparación del terreno con la utilización de maquinaria agrícola (tractor e implementos necesarios), se llevó a cabo el barbecho, después el paso de rastra para desterronar el suelo y una ligera nivelación, posteriormente se trazaron los surcos haciendo uso de la surcadora, la distancia que se dio entre las hileras fue de 90 centímetros.

Fertilización

Posterior a la preparación de surcos, se llevó a cabo la fertilización, depositando en el fondo una aplicación del 50% del nitrógeno, y el 100% del fósforo y el potasio, enseguida se cubrió el fertilizante con tierra quedando con una profundidad aproximada de 8 centímetros. El nitrógeno restante se aplicó en un 25% al primer cultivo o escarda y el 25% faltante, de la totalidad de este elemento, se adicionó en la segunda labor de escarda (Ver figuras 3.2 y 3.3). Una de las razones por las cuales el nitrógeno se aplicó en las tres diferentes etapas o tiempos, es debido a que manifiesta una gran movilidad en el suelo y en las plantas, por lo que es recomendable dividir su aplicación en 3 partes para darle a la planta la oportunidad de tomarlo en el momento que lo requiere y evitar la pérdida.

Siembra

La semilla se sembró con una distancia de 20 centímetros entre cada tubérculo, y para cubrirla se realizó el contrabordeo; actividad que se lleva a cabo con el tiro de animales, usando un arado o reja y que tiene la finalidad de romper los bordos del surco para cubrir la semilla, y que a grandes rasgos es convertir el surco, donde está depositada la semilla, en el bordo o "lomo" y lo que era bordo pasa a ser la raya o surco.

Después del contrabordeo fue necesario realizar el paso de una rastra para eliminar el "copete" o exceso de tierra sobre la semilla, pues ello causa que la planta haga un mayor gasto de energía para lograr su emergencia, así como un mayor tiempo para salir del suelo por estar enterrada a más profundidad. Con la rastra se eliminó el copete del bordo para que el tubérculo sembrado quedara aproximadamente a 15 centímetros de profundidad. La rastra utilizada consta de varias ramas y un tronco que se acoplan al tiro de tracción animal, pasándola por todo el terreno en el mismo sentido de los

surcos, para lograr la acción descrita. Esta actividad continua siendo muy importante y popular en los sistemas de cultivo de la región en estudio.

La fecha de siembra fué el día 21 de Junio de 2010. Cultivándose en la totalidad del ciclo vegetativo con la humedad del temporal.

Control de Malezas

Las malas hierbas que se presentaron durante el ciclo del cultivo, fueron controladas con las actividades de escarda con el paso del tiro animal (arado o reja), que también representa labores integrales, ya que ayuda a tapar e incorporar el fertilizante al suelo dentro de la zona de raíces de la planta, aporcar suelo a la planta y reafirmar el surco para permitir un buen drenaje por el mismo (evitar encharcamientos de agua) (Figura 3.2 y 3.3).



Figura 3.2. Imagen que muestra el cultivo de papa antes de la escarda, aporque y deshierbe.



Figura 3.3. La imagen muestra el cultivo de papa posterior a la fertilización y escarda.

3.5. Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fué un Diseño de Bloques al Azar, el cual nos ayuda a reducir y controlar la varianza del error experimental y nos representa una mayor precisión, en donde los tratamientos estuvieron representados por las variedades, teniendo de este modo ocho tratamientos.

Las unidades experimentales fueron representadas por 2 metros de surco, de los cuales sólo se consideró 1 metro para cosechar las plantas analizadas, cuidando que los individuos cosechados estuvieran en condiciones de competencia completa.

Fueron establecidas 3 repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales (UE) nos representan la interacción de los tratamientos por las repeticiones, generándonos de este modo, 24 unidades experimentales. El análisis estadístico fue realizado con el paquete estadístico SAS[®] (Statistical Analysis System), Versión 9.0.

3.6 Modelo Estadístico

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + R_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Es la respuesta a la interacción de tratamientos y repeticiones.

μ = Es la media general.

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento.

R_j = Efecto de la j – ésima repetición.

ε_{ij} = El error experimental.

3.7 Tratamientos Empleados

Para poder conocer el efecto dado por las interacciones de los tratamientos, de los cultivares estudiados, se utilizó un modelo estadístico completamente al azar para un diseño experimental de bloques al azar, puesto que la experimentación fué a campo abierto, lo que representa condiciones heterogéneas no controlables, como por ejemplo: características físicas y químicas del suelo, temperaturas, humedad, etc.

Se utilizaron 8 tratamientos, correspondiendo un tratamiento a cada una de las ocho variedades utilizadas. Los tratamientos establecidos son los que se muestran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Tratamientos empleados en el ensayo comportamiento de ocho cultivares de papa en la zona serrana del sur de Nuevo León, México.

Tratamientos	Variedades
T1	Ágata
T2	Adoras
T3	Fábulas
T4	Ambras
T5	Felsinas
T6	Gigant
T7	Fiana
T8	César

3.8. Cosecha de los Tubérculos

La cosecha para la toma de datos se realizó después de que la planta fue defoliada de manera natural, tras haber sufrido la desecación por el frío, efecto de una helada temprana que se presentó a mitad del mes de noviembre del año de la experimentación; lo que nos permitió un ahorro (económico, de tiempo y de mano de obra) en la implementación de desecantes químicos (herbicidas) o el uso de maquinaria agrícola para la eliminación de la parte aérea de la planta, para así poder llevar a cabo la cosecha de los tubérculos (Ver figuras 3.4 y 3.5).

La extracción de las papas se hizo de manera manual con la ayuda de un arado de tiro animal, que cumplió la acción de aflojar el suelo y posteriormente con el uso de una pala y azadón se pusieron los tubérculos sobre la superficie y colocados en bolsas de papel debidamente identificadas con los tratamientos y repeticiones correspondientes (Figura 3.4).



Figura 3.4. Fotografía que muestra tubérculos al momento de ser cosechados.



Figura 3.5. En la imagen se muestra la extracción de los tubérculos.

3.9. Variables Medidas y Evaluadas

De forma aleatoria, fueron seleccionadas las unidades experimentales representadas por 2 metros lineales de surco y cosechando sólo un metro con plantas que se encontraban en competencia completa. Todas las variables fueron evaluadas y determinadas en laboratorio con el uso de instrumentación propia para la toma de los datos correspondientes.

Cabe señalar que las papas fueron limpiadas, quitando con esto los restos de tierra, que pudieran representar alteraciones en los resultados de las mediciones al momento de la toma de los datos correspondientes, con cada uno de los instrumentos que fueron empleados. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Firmeza de Tubérculo (FT)

Esta variable fué medida con la utilización del instrumento de medición llamado Penetrómetro, efectuándose a cuatro tubérculos de cada unidad experimental, elegidos de manera aleatoria. Las mediciones se reportan en Kg cm⁻².

Diámetro Ecuatorial (DE)

Este dato se tomó mediante el uso del vernier. La medición se hizo a la altura del radio ecuatorial de los tubérculos. Las unidades en las cuales se reportan los valores medidos son centímetros.

Diámetro Polar (DP)

Haciendo uso de un vernier y tomando las lecturas de un extremo a otro

de la papa (por el radio polar) se determinó esta medición, reportándose en centímetros.

Peso

Fueron pesadas la totalidad de las papas obtenidas de cada unidad experimental para la obtención de este dato, usando una balanza granataria digital. Las unidades usadas para las lecturas de esta variable son el Kg m⁻¹.

Número de Tubérculos (NT)

Se contabilizaron las papas cosechadas, por cada una de las unidades experimentales para la obtención de los resultados de esta variable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Firmeza del Tubérculo (FT)

Esta variable es importante en el cultivo de papa, ya que le da al producto cosechado, una mayor tolerancia en el manejo de poscosecha; una papa consistente, tolera más eficientemente un manejo rudo, que es el que generalmente recibe en el campo durante las actividades de cosecha, que un producto de consistencia blanda que es más susceptible al daño durante el manejo de poscosecha.

La firmeza también está relacionada con la madurez de los tubérculos, las papas que están maduras presentan mayor firmeza y en consecuencia, un tubérculo suave presentará una condición de inmadurez.

Considerando que la consistencia está relacionada con la madurez, se infiere que una variedad precoz presentará más consistencia en los tubérculos que una variedad tardía cosechada antes de completar su madurez; la que por no haber completado su ciclo productivo presentara una consistencia más suave.

Ésta variable, igualmente se relaciona con la presencia de enfermedades en las plantas, sobre todo aquellas enfermedades que afectaron el área foliar y en consecuencia la actividad fotosintética y con ésta la acumulación de reservas; por lo que una variedad que presenta una condición suave en los tubérculos también presenta poca firmeza en los mismos.

Al analizar esta variable, se encontró una diferencia altamente significativa entre tratamientos que indican diferencias importantes entre variedades. La mayor consistencia se muestra en la variedad **Fiana** y en la variedad **Adoras** que reportan valores de **11.93 Kg cm⁻²** y **10.75 Kg cm⁻²** respectivamente y coincide en que fueron las más precoces, ya que cuando se presentó la primera helada, estas variedades ya presentaban la parte aérea casi seca; contra la variedad **Ambras** que presentó el valor más bajo, de tan sólo **8.08 kg cm⁻²** y la que al momento de la helada aun manifestaba tallos y follaje verdes y daños, de manera significativa, por enfermedades (Figura 4.1).

Al realizar la prueba de medias se ubican tres niveles de significancia, el nivel A donde se ubica a las variedades más sobresalientes que fueron la Fiana y Adoras, que son estadísticamente iguales pero diferentes al resto de variedades. En el nivel de significancia AB se ubica a las variedades Felsinas, Agata, Gigant, César y Fábulas, las que son estadísticamente iguales entre sí con un diferencial de valor de 0.71 Kg cm⁻², originado por el valor 9.71 Kg cm⁻² para la variedad Fábulas y 10.42 Kg cm⁻² que corresponde a la variedad Felsinas (Figura 4.1).

El valor más bajo lo obtuvo la variedad Ambras de tan sólo 8.08 Kg cm⁻² y ubicándola con un nivel de significancia B; ésta última variedad tuvo un comportamiento tardío en campo y una mayor incidencia de enfermedades.

Realizando una valoración porcentual para esta variable, se encontró que la variedad **Fiana** es **47.6%** más firme que la variedad Ambras y 33% más firme la variedad Adoras que la variedad Ambras; el coeficiente de variación fué de 8.75% (Ver cuadro A.1).

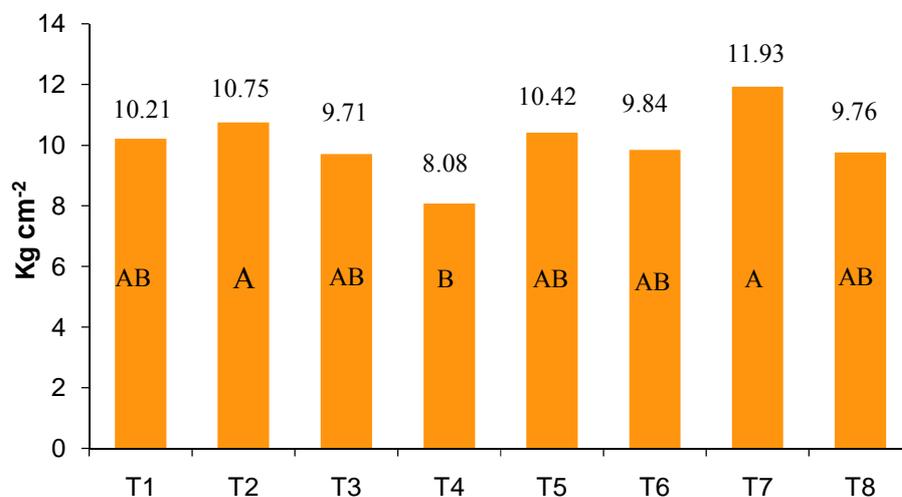


Figura 4.1. Respuesta de la papa para la variable Firmeza (Kg cm⁻²) y niveles de significancia para los diferentes tratamientos.

La relación entre largo y ancho de los tubérculos indica el tamaño de éstos; la variedad Ambras manifestó tamaños de papas pequeñas. El manejo en cosecha y poscosecha de los tubérculos pequeños causa daños mecánicos que disminuyen la calidad del producto y considerando la variable firmeza del tubérculo como parámetro de calidad, encontramos que lo anterior concuerda con lo mencionado por NeSmith *et al.* (2002), que dice, que los daños mecánicos causados por las actividades de cosecha y poscosecha, no sólo incrementan las pérdidas de calidad, sino también reducen la vida de anaquel de los productos. Al presentar la variedad Ambras los tubérculos de menor tamaño, daños por enfermedades y efecto de la helada ocurrida, debido básicamente a su condición de variedad tardía, en comparación con el resto de los tratamientos, se asume que los daños por cosecha y manejo de poscosecha ocasionaron y aumentaron mayormente la pérdida de firmeza y que según Trincherro *et al.*, (1999), los daños influyen igualmente en el debilitamiento de la pared celular, pérdida de firmeza y en el incremento de la actividad enzimática, deteriorando el tubérculo, que gradualmente pierde consistencia.

Diámetro Ecuatorial (DE)

El tamaño o calibre de los tubérculos, guarda una relación muy estrecha con los valores de diámetro ecuatorial (DE) y diámetro polar (DP) de las papas, por lo que la variable diámetro ecuatorial, es de importancia, en el sentido de significar la diferencia en los tamaños de los tubérculos.

El diámetro ecuatorial representa el aumento o disminución del ancho de las papas, y considerando que los tubérculos que manifiestan un valor elevado en el diámetro ecuatorial son de mayor tamaño, entonces este valor puede verse reflejado en papas tanto más grandes como de mayor peso.

Considerando, entonces, que el DE está relacionado con la ganancia en tamaño y peso de los tubérculos, se infiere que los rendimientos del cultivo son mayores, al generar un mayor volumen por unidad de superficie cosechada.

Una variedad tardía, presenta generalmente tubérculos pequeños, por no haber completado su ciclo productivo al momento de su cosecha, a diferencia de una variedad precoz que por completar su madurez fisiológica, sus tubérculos presentan los calibres de demanda comercial en el mercado y por ende representa mayores rendimientos.

En el análisis de varianza correspondiente a esta variable, no se encontró estadísticamente una diferencia significativa, siendo el T1, correspondiente a la variedad Agata quien destacó con un valor de **5.58 cm** comparado con el T2 (variedad Adoras) que presentó un valor de **4.37 cm**, siendo ésta la de menor DE (Figura 4.2). De acuerdo a una valoración porcentual de esta variable encontramos que la variedad Agata es en un 27.69% de mayor diámetro ecuatorial que la variedad Adoras; el coeficiente de variación fue de 8.94% (Ver cuadro A.2).

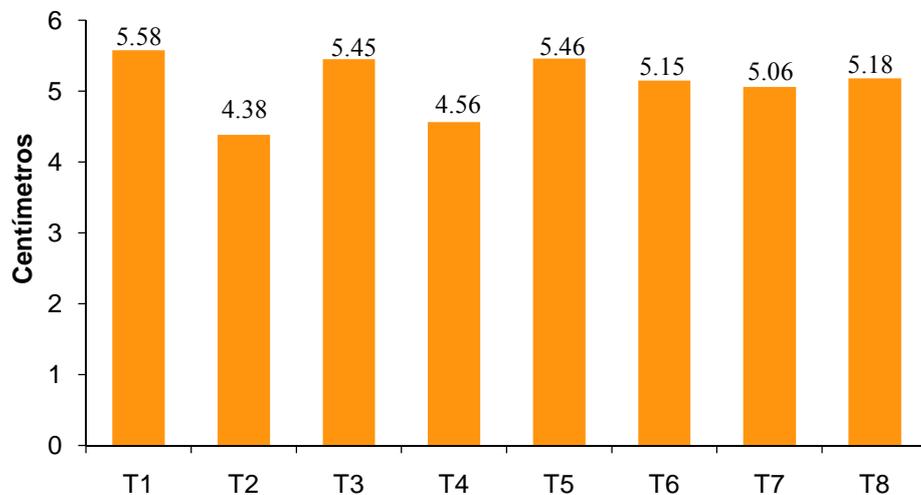


Figura 4.2. Respuesta de la papa para la variable Diámetro Ecuatorial (cm), correspondiente a los ocho tratamientos.

Diámetro Polar (DP)

La variable diámetro polar (DP), al igual que la anterior (DE), es de importancia, porque ésta determina la longitud (largo) de los tubérculos de papa. Puesto que el calibre de las papas es una característica de interés para la clasificación de los tubérculos, el largo de éstos, dado por el DP, ayuda a la calidad de la papa, según sea el mercado de destino.

Como se mencionó anteriormente, el DE y el DP están completamente relacionados para proporcionar al tubérculo el tamaño, que a su vez, es un índice de calidad. Las variedades de ciclo corto presentaron los mejores tamaños, de acuerdo a su madurez completa al tiempo de la cosecha, dándoles esto una mayor firmeza y una mejor relación firmeza – tamaño en comparación a las variedades que se cosecharon inmaduras por ser de ciclo largo.

En el análisis de varianza correspondiente a la variable diámetro polar, no se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Teniendo así que, el tratamiento uno (variedad **Agata**), fue el que obtuvo el

valor más alto con **9.03 cm** de largo seguido por el T5 (variedad **Felsinas**) que estuvo en segundo lugar con un valor muy cercano de **9.0 cm**, ambas comparadas contra la variedad **Adoras** (T2), que presentó el menor valor, con **6.46 cm** de diámetro polar (Figura 4.3).

Al realizar un comparativo de los porcentajes, encontramos que el T1 es 39.6% de mayor diámetro polar que el T2, el coeficiente de variación fue de 11.83% (Ver cuadro A.3).

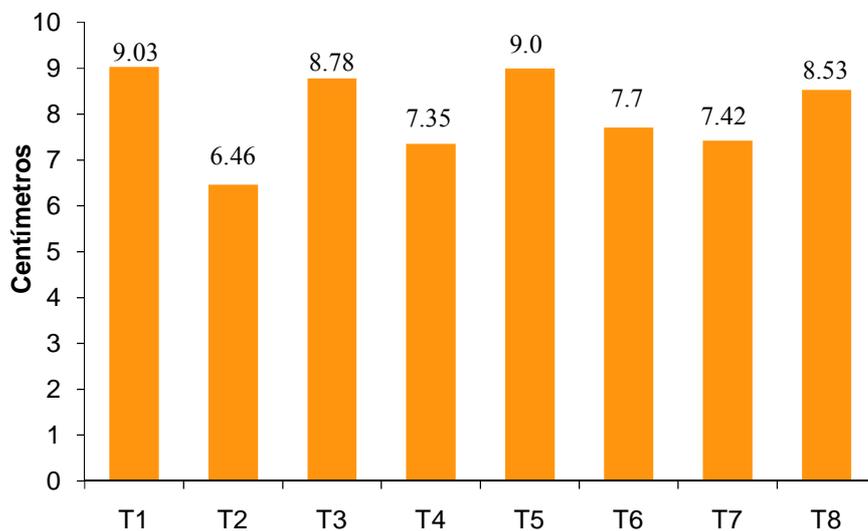


Figura 4.3. Respuesta de la papa para la variable Diámetro Polar (cm), para los tratamientos evaluados.

Peso

Esta variable representa una gran importancia en el cultivo de la papa, ya que es la que se utiliza como indicador principal del rendimiento. La obtención de los mejores rendimientos se da a partir de cosechar papas con mayor peso, así como un volumen (número de papas) también elevado.

La ganancia de peso por los tubérculos considera una relación con la madurez de cosecha, porque, papas de menor peso y tamaño pueden ser atribuidas tanto a variedades de ciclo largo (que no alcanzaron la madurez), como a las condiciones en que se desarrolló el cultivo. Considerando lo anterior, se infiere que las papas de las variedades precoces serán más pesadas y de mayor tamaño.

Ésta variable también está relacionada con la capacidad del cultivo para el mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y de las condiciones ambientales, puesto que el proceso de tuberización se da a partir de la transformación de los elementos nutritivos y de la energía luminosa, en el proceso de fotosíntesis; por lo que los tubérculos mejor proveídos de las reservas que provienen de éstos procesos, serán los que más peso y tamaño tendrán.

Al analizar esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos que indican diferencias importantes entre variedades. El mayor peso lo reporta la variedad **Fiana** con un valor de **2.30 Kg m⁻¹** de surco, lo que coincide en que fue una de las variedades más precoces, contra el peso menor que obtuvo la variedad **Adoras** (T2), el cual fue de **1.07 Kg m⁻¹** de surco (Figura 4.4).

Se obtuvieron tres niveles de significancia, tras haber realizado la prueba de medias. El nivel A, donde se ubica la variedad más sobresaliente, que fue la variedad **Fiana**, siendo diferente estadísticamente al resto de las variedades. En el nivel de significancia AB, se ubican las variedades **Agata**, **Fábulas**, **Felsinas** y **César**, las que son estadísticamente iguales entre sí, manifestando un diferencial de valor de **0.34 Kg m⁻¹**, generado por el valor **1.63 Kg m⁻¹** de la variedad **Felsinas** y **1.29 Kg m⁻¹** de las variedades **Fábulas** y **Gigant** (ambas con el mismo peso).

El valor más bajo lo obtuvo la variedad Adoras de tan sólo 1.07 Kg m⁻¹ y se ubicó con un nivel de significancia B; siendo ésta de las variedades que se comportaron como de ciclo largo en campo. (Figura 4.4).

Realizando una valoración porcentual para ésta variable, se encontró que la variedad Fiana es 114.95% de más peso que la variedad Adoras. El coeficiente de variación fue de 25.39% (Ver cuadro A.4).

En términos de rendimiento, encontramos que la variedad Fiana con el valor más alto, de 2.3 Kg m⁻¹ representa un rendimiento de 28,750 Kg ha⁻¹, lo que a su vez concuerda con los valores de rendimientos medios reportados por el SIAP (2012), que son de 27.76 Ton ha⁻¹.

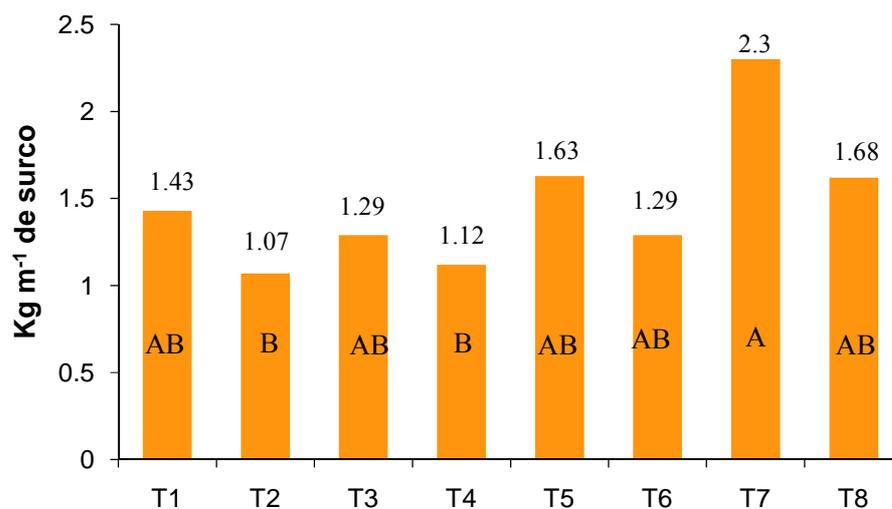


Figura 4.4. Respuesta de la papa para el caso de la variable Peso (Kg m⁻¹ de surco) y niveles de significancia para los diferentes tratamientos.

Número de Tubérculos

La variable número de tubérculos o papas, es un componente importante en la determinación de los valores de rendimiento del cultivo, por lo que representa un alto interés para el productor la obtención de grandes cantidades

de tubérculos por unidad de superficie. La cantidad de papas cosechadas reflejan los valores en volumen de la producción. Un buen número de tubérculos por planta o por unidad de superficie cultivada, así como papas de buenos tamaños, representan mayores rendimientos al elevar el volumen y peso de la producción.

Esta variable se encuentra estrechamente relacionada con la cantidad de tallos que la planta genera, teniendo entonces, que una planta con mayor número de tallos (vigorosos, sanos y provistos de suficiente área foliar) producirá más tubérculos por tallo y a su vez por planta y en referencia a los cultivares estudiados, los que se comportaron como precoces y sin daños por enfermedades lograron generar mayor vigor y número de tallos y hojas, dando como resultado una relación tallos/tubérculos más elevada a diferencia de los que tuvieron un comportamiento de ciclo largo en campo, que al momento de la cosecha no manifestaban la madurez adecuada en planta y tubérculos, tal es el caso de las variedades Ambras, Felsinas y Agata.

En la realización del análisis de esta variable, se encontró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos que muestran diferencias de importancia entre variedades. El mayor número de tubérculos por metro de surco se reporta en la variedad **Adoras (T2)** y la variedad **Fiana (T7)** que reportan valores de **47.33 y 39.67 tubérculos m⁻¹ de surco**, y que coincide en que fueron las variedades más precoces en campo y con buena relación de tallos/tubérculos, lo que con lo mencionado anteriormente, produce mayor número de papas por planta (Figura 4.5).

Al realizar la prueba de medias se obtuvieron 3 niveles de significancia, el **nivel A**, dónde se encuentra la variedad más sobresaliente que fue Adoras (T2) con un valor de 47.33 tubérculos m⁻¹ de surco y estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. En el nivel de significancia **AB** se ubican las variedades Fiana (T7), César (T8) y Ambras (T4), las que son estadísticamente

iguales entre sí con un diferencial de valor de 10, originado por el valor 29.67 tubérculos m^{-1} de surco para la variedad Ambras y 39.67 tubérculos m^{-1} de surco, que corresponde a la variedad Fiana.

El menor valor lo obtuvo la variedad Fábulas (T3) de tan sólo 22 tubérculos m^{-1} y ubicándola en el nivel de significancia **B**, al igual que las variedades Gigant (T6), Agata (T1) y Felsinas (T5) con este mismo nivel de significancia, haciéndolas estadísticamente iguales pero con diferencias al resto de las variedades (Figura 4.5).

Al realizar la valoración porcentual para ésta variable, se encontró que la variedad Adoras tiene 115.14% más tubérculos m^{-1} de surco que la variedad Fábulas, y la variedad Fiana, aunque se encuentra en el nivel AB, pero segunda en rendimiento de tubérculos por metro de surco, presenta un 80.32% más tubérculos m^{-1} de surco que la variedad Fábulas. El coeficiente de variación fue de 24.98% (Ver cuadro A.5).

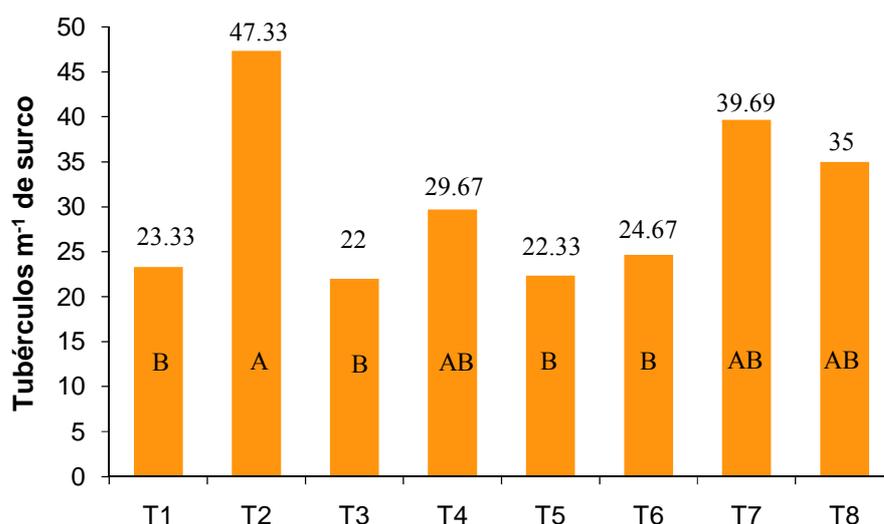


Figura 4.5. Respuesta de la papa para la variable Número de Papas (m^{-1} de surco) y niveles de significancia para los distintos tratamientos evaluados.

Cuadro 4.1. Concentración de medias de las variables evaluadas para los distintos tratamientos (variedades).

Tratamientos	Variables				
	Firmeza (Kg cm ⁻²)	Ø Ecuatorial (cm)	Ø Polar (cm)	Peso (Kg m ⁻¹)	Número de papas
T1 (Ágata)	10.21	5.58	9.03	1.43	23.33
T2 (Adoras)	10.75	4.38	6.46	1.07	47.33
T3 (Fábulas)	9.71	5.45	8.78	1.29	22
T4 (Ambras)	8.08	4.56	7.35	1.12	29.67
T5 (Felsinas)	10.42	5.46	9	1.63	22.33
T6 (Gigant)	9.84	5.15	7.7	1.29	24.67
T7 (Fiana)	11.93	5.06	7.42	2.3	39.67
T8 (César)	9.76	5.18	8.53	1.62	35

Ø= Diámetro

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos anteriormente y bajo las condiciones en las que el presente ensayo se desarrolló, se concluye lo siguiente:

El ejido La Siberia, en la zona serrana del sur del Estado de Nuevo León, presenta las condiciones ambientales y de suelo, mínimas necesarias para la obtención de rendimientos aceptables (productiva y económicamente) en el cultivo de la papa.

Respecto de la variable firmeza de tubérculo, la variedad Fiana es la que mejor consistencia de tubérculos presenta, debido mayormente a la condición de variedad precoz que manifiesta en campo.

El mejor calibre o tamaño de tubérculos se presentó con la variedad Ágata, mostrando ésta, los mayores diámetros (polar y ecuatorial). Por lo que su cultivo representa la cosecha de papas de mayor tamaño, las que comercialmente son mejor aceptadas, principalmente por la industria procesadora. La variedad Ágata de igual manera presenta en campo un comportamiento de ciclo corto a la madurez comercial de los tubérculos, por lo cual se logran conseguir mayores tamaños.

El tratamiento siete (T7), correspondiente a la variedad Fiana permite obtener altos rendimientos dentro de la región en estudio, al presentar una producción de 28.75 Ton ha⁻¹, debido a su potencial de adaptabilidad que muestra a las condiciones ambientales y de suelo, así como a la tolerancia a

enfermedades que manifestó en el área del experimento.

Respecto al número de papas por metro de surco, la mejor respuesta la mostró la variedad Adoras (T2), al obtener un valor de 47.33 tubérculos por metro de surco, pero con un menor tamaño de los mismos.

La variedad Fiana, representa la mejor alternativa de producción de papa para la zona, ya que presentó una buena adaptación y comportamiento productivo en respuesta a su manejo agronómico y a las condiciones de clima y suelo, así como también por su condición de variedad de ciclo corto o precoz. Ésta variedad obtuvo los valores más representativos para todas las variables evaluadas en comparación al resto de los tratamientos.

El uso de variedades precoces de papa, en la región serrana de Nuevo León, permite obtener los mejores rendimientos, ya que completan su madurez fisiológica y comercial en tiempo y forma, antes de la presencia de lluvias con granizo y de heladas tempranas que causan la defoliación y desecación a destiempo.

Se considera importante, tomar en cuenta las fechas de siembra para la región y así prevenir los daños por temperaturas muy bajas que la planta no tolera y de esta forma no adelantar la cosecha antes de que el cultivo complete su madurez comercial.

Para el caso de las variedades de ciclo tardío, con respecto de las fechas de siembra, se propone establecerlas en la región durante el mes de mayo, para evitar los daños por granizo y heladas tempranas, y también porque a partir de este mes se presentan condiciones de noches frescas, lo cual es necesario para un mejor desarrollo y crecimiento de la planta y comienzo de la tuberización.

VI. LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. Editorial LIMUSA. México, D.F. 838 p.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Quinta Edición. Academic Press. 922 p. New York, USA.
- Arias, R.D. 2009. Estudio Agronómico y Económico de la Producción de Tubérculo Semilla Categoría Prebásica de dos Variedades de Papa y tres Densidades en un Sistema Aeropónico. Tesis de Licenciatura de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Bianés, A., Colin, J-P., Santiago, C.M. 1995. Agroeconomía de la papa en México. Colegio de Postgraduados. México. 190 p.
- Bergonzi, R. (s.f.). Importancia del peso específico de la papa en la industria procesadora. Recuperado el 20 de marzo de 2012, de <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=182>
- Cañedo V., Alfaro A., Kroschel J. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 48 p.
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI. Norma Técnica Peruana: Papa. Definiciones y Requisitos. Lima: INDECOPI, 2010. p 17. (NTP 011.119)
- Centro Internacional de la Papa (1996). Principales Enfermedades, Nematodos e Insectos de la Papa. [versión electrónica], Centro Internacional de la Papa, 1-42. Revisado el 24 de marzo de 2012, de <http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Plagas>
- Centro Internacional de la Papa. 2010. Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa. Guía Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 153 p.
- De la Loma, J.L. 1980. Experimentación Agrícola. Editorial UTEHA S.A. de C.V. Segunda Edición. México. pp 425 – 426.

- Duarte, M.M., et al. 2009. Podredumbre Anular en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en Sonora, México. *Invurnus* 4(1): 3 – 9.
- Facts and Figures. (s.f.). Recuperado el 23 de marzo de 2012, de <http://cipotato.org/potato/facts>.
- Flores, G.J. 2010. Evaluación de Genotipos de Melón (*Cucumis melo* L.) bajo Condiciones de Campo en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A. Alfaro, I. 2009. Propiedades físico – químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1): 77 – 89.
- Hidden Treasure: The Potato. (s.f.). Recuperado el 16 de marzo de 2012, de <http://www.potato2008.org/en/potato/index.html>
- Infante, G.S. 1997. Métodos Estadísticos, un enfoque interdisciplinario. Segunda edición. Editorial Trillas. México. D.F.
- La Economía Mundial de la Papa. (2008). Revista Claridades Agropecuarias. No. 175. ASERCA. México, D.F. pp 44 – 60.
- Lozoya, S.H. (2010). Generalidades sobre las Enfermedades de la Papa. Memorias del XIII Congreso Nacional de Papa. Jalisco, México. pp 38–44.
- Martínez, R.S. 1998. Nivel de nutrición v.s. incidencia del tizón temprano (*Alternaria solani*) (EII. y G. Martín) de cultivares de papa en Arteaga, Coahuila y Galeana, Nuevo León. Tesis de Licenciatura de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Moreno, D.D. 2000. Efecto del Fulvato de Cobre y Acido Fulvico como Desecantes en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Tesoro Enterrado: El tubérculo. (s.f.). Recuperado el 16 de marzo de 2012, de <http://www.potato2008.org/es/lapapa/tuberculo.html>
- Oerke, E. -C., Dehne, H.-W. 2004. Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Prot.* 23, 278 – 279.

- Papa. 2010. Recuperado el 23 de marzo de 2012, de http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=89
- Segura, C.J. 2000. Notas de diseños experimentales. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. p 59.
- Régimen de la OCDE para la Aplicación de Normas Internacionales Relacionadas con Frutas y Hortalizas. (1998). Recuperado el 20 de marzo de 2012, de <http://www.oecd.org/dataoecd/53/58/32022743.pdf>
- PEREZ LOPEZ, Delfina de Jesús et al. Variabilidad genética, diversidad fenotípica e identificación de genotipos sobresalientes de papa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2010, vol.1, n.4 [citado 2012-04-24], pp. 579-592. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342010000400010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-0934.
- Pérez, W., Forbes, G. 2011. Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 48 p.
- Wikipedia. 2012. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. Creative Commons. Extraído de http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_tuberosum [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2012]
- Yuste, P. M. (1998). Biblioteca de la Agricultura: Horticultura. Tomo 3. Segunda Edición. Editorial Idea Books. España. pp. 592 – 593.
- SAS Institute Inc. 2002. Statistical Analysis Systems (Versión 9.0) [Software de computo]. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc.

VII. APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza, para la variable firmeza de tubérculos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	24.83532917	3.54790417	4.55	0.0077 **
REPETICIONES	2	1.82507500	0.91253750	1.17	0.3386 NS
ERROR	14	10.90945833	0.77924702		
TOTAL	23	37.56986250			

C.V. = 8.75%, NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo, * = Significativo

Cuadro A.2. Análisis de varianza, para la variable diámetro ecuatorial de tubérculos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	3.90718333	0.55816905	2.68	0.0550*
REPETICIONES	2	0.21090000	0.10545000	0.51	0.6130 NS
ERROR	14	2.91236667	0.20802619		
TOTAL	23	7.03045000			

C.V. = 8.94%, NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo, * = Significativo

Cuadro A.3. Análisis de varianza, para la variable diámetro polar de tubérculos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	18.44933333	2.63561905	2.91	0.0420*
REPETICIONES	2	2.88047500	1.44023750	1.59	0.2381 NS
ERROR	14	12.65899167	0.90421369		
TOTAL	23	33.98880000			

C.V. = 11.83%, NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo, * = Significativo

Cuadro A.4. Análisis de varianza, para la variable peso de tubérculos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	3.26791667	0.46684524	3.36	0.0255*
REPETICIONES	2	0.04680000	0.02340000	0.17	0.8467 NS
ERROR	14	1.94473333	0.13890952		
TOTAL	23	5.25945000			

C.V. = 25.39%, NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo, * = Significativo

Cuadro A.5. Análisis de varianza, para la variable número de papas.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	1838.000000	262.571429	4.52	0.0079 **
REPETICIONES	2	57.000000	28.500000	0.49	0.6223 NS
ERROR	14	813.000000	58.071429		
TOTAL	23	2708.000000			

C.V. = 24.98%, NS = No Significativo, ** = Altamente Significativo, * = Significativo