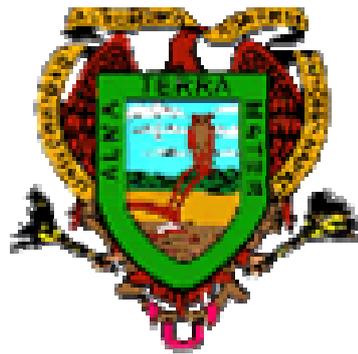


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Evaluación de Rendimiento en Cinco Clones de Papa
(*Solanum tuberosum L.*) en el Ejido el Poleo, Región de
Arteaga Coahuila.**

Por:

Gustavo Sanchez Olmedo

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener
El Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

TESIS

**Evaluación de Rendimiento en Cinco Clones de Papa
(*Solanum tuberosum L.*) en el Ejido el Poleo, Región de
Arteaga Coahuila.**

Por:

Gustavo Sanchez Olmedo

Que Somete a Consideración de H. Jurado Examinador como
Requisito para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Aprobada por:

Asesor Principal: _____
MC. Enrique G. Charles C.

Sinodal: _____
MC. Julio G. Charles C.

Sinodal: _____
Ing. Joel Cruz Torrez.

Sinodal: _____
Dr. Mario Ernesto Vásquez B.

MC. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2007
DEDICATORIA

A DIOS, por haberme dado la dicha de gozar de buena salud y haberme dado la oportunidad de vivir; por ser el mejor de mis aliados en los momentos de crisis y por haberme dado una gran familia.

A MIS PADRES:

Emilio Sanchez Santiago

Maria de la Luz Olmedo Larios.

Por todos los sacrificios que tuvieron que hacer para yo poder culminar los estudios y poder llegar a ser un hombre de bien ; Por que ellos son el motivo de mi vida.

A mis hermanos (as):

Leandro , Sofía, Marcos, Guadalupe, Concepción, Miriam, Uriel y Hugo, quienes de alguna forma me apoyaron con sus consejos y buenos deseos para que estuviera bien, y por todas sus atenciones para con migo.

A mis sobrinos (as):

Por todo el cariño que siempre me han demostrado. A Urania la sobrina que siempre me brinda su tiempo, confianza y que me considera como su mejor tío.

Al ing. Joel Cruz Torres, por todo el apoyo brindado desde que inicie la licenciatura; por todos sus consejos, por su amistad y confianza.

A mis compañeros de generación, por brindarme su amistad y respeto. Al más grande de mis camaradas y que fue como un hermano el ahora Ing. Florencio Gallardo Cardozo.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER, por darme la oportunidad de formarme como profesionalista y facilitarme sus servicios.

Al MC. Enrique G. Charles C. por todo su apoyo y confianza en mi formación académica y en especial en este trabajo de tesis.

Al MC. Julio G. Charles C. por su participación en el trabajo de tesis y por su amistad.

Al Dr. Mario Vásquez Badillo por su participación, sugerencias importantes en este trabajo y por fungir como sinodal.

A la Sra. Por su amabilidad incondicional siempre puntual y responsable.

A la Maestra Tomaza Luz del Alba Córdova, por todo su cariño, confianza, y amistad de antaño.

A la Maestra Candelaria Espinosa M , por todo el apoyo, confianza, cariño, amistad, y por todos sus gratos concejos espirituales.

A todos los amigos de la universidad , principalmente a todos los de la Cobacha Gto (Marcos R. Juan, Martín, Héctor, Florencio, Ángelo); en especial a toda la raza de Abasolo, y penjamo.

Al compadre Hugo Ortiz, por ser un gran amigo de confianza y lealtad.

A Yajaira Guadalupe Carballo G, por darme la oportunidad de conocer a toda una gran mujer, por todo lo que aprendí de ella, por todos sus buenos deseos y por el cariño que me brindo sin que yo lo mereciera.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	
.....	III
AGRADECIMIENTOS	
.....	IV
INDICE DE CONTENIDO	
.....	V

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Situación de la producción mundial de papa	3
Importancia del cultivo de papa en México	4
Origen del cultivo de papa	5
Clasificación taxonómica	5
Descripción botánica	6
Requerimiento edáfico y climático	8
Preparación de terreno	9
Mejoramiento genético de plantas	12
Variabilidad genética	13
Heterocigosidad de la especie	13

Potencial	de	hibridación	13
14	Selección clonal		
15	Enfermedades de la papa		
16	Avances en estudios de mejoramiento		
20	MATERIALES Y MÉTODOS		
20	Área de estudio		
20	Material genético		
21	Metodología		
22	Parámetros evaluados		
23	Análisis estadístico		
24	RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
24	Altura de planta		
25	Rendimiento		
27	CONCLUSIÓN		

LITERATURA CITADA	28
APÉNDICE	31

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta tetraploide altamente heterocigótica originaria de América del Sur. Desde su introducción en Europa en el siglo XVI, ha sido desarrollada y ampliamente estudiada en todo el mundo, siendo considerada como uno de los principales alimentos a nivel mundial, superada solamente por el arroz, el trigo y el maíz (FAO, 1996) . Este cultivo ocupa el primer lugar dentro de los vegetales que más se consumen, por su contribución a la dieta humana al proporcionar calorías, vitaminas, proteínas y minerales; además de contener otras sustancias como los aminoácidos lisína y cisteína, el ácido pantoténico, el zinc y el cobre (Kolasa, 1993).

En México el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha liberado alrededor de 24 variedades con resistencia al ataque de tizón tardío, tolerancia a otras enfermedades en condiciones abióticas adversas (Rubio, 1997).

Concientes de lo anterior, en 1999 el programa de papa de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, inicio el proceso de generación de germoplasma mediante el método de hibridación, seguida de la selección clonal (Pérez, 1972). Los progenitores utilizados en las cruzas fueron variedades introducidas por características agronómicas y de calidad, con variedades y clones avanzados del INIFAP, cuya característica más importante es su resistencia a la principal enfermedad de papa a nivel mundial, conocida como tizón tardío (*Phytophthora Infestans*) y tolerantes a otras enfermedades

abióticas adversas. Como resultado se han seleccionado cinco clones promisorios en etapas avanzadas de evaluación.

Este trabajo se desarrollo en la región de Arteaga Coahuila, en el ejido “ El Poleo” en un rancho particular en coordinación con el programa de papa y un agricultor cooperante; siendo los objetivos planteados los siguientes :

OBJETIVOS

1.- Evaluación del rendimiento de cinco clones avanzados de papa ; en relación a un testigo comercial.

2.- Determinación de la altura de planta.

HIPÒTESIS

Al menos uno de los materiales mejorados expresara igual o mejor rendimiento que el testigo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Situación de la Producción Mundial de Papa

La tasa de crecimiento de la producción de papa en el ámbito mundial, estimadas por el Centro Internacional de la Papa (CIP) para el período 1993 - 2020, es de 2,02% según el escenario de alta demanda / alta producción, fundamentado en tendencias históricas de producción. El escenario mundial se caracteriza por el aumento de la producción de los países en vías de desarrollo, por el incremento de la demanda de papa fresca y procesada, destinadas a comidas rápidas y bocadillos; por la preferencia frente a otros tubérculos en la canasta familiar. Para el año 2005, según información de la FAO, la producción mundial de papa fue de 321.9 millones de toneladas, de una superficie de 18,652,381 ha; frente al promedio de los años 1991-2001 se observa una tasa de crecimiento del 2.6% y una reducción de la superficie del 5.6%. La participación continental tuvo el siguiente orden Asia y Europa en primer lugar, con 132.8 y 131.7 millones de toneladas, América con 40 millones de t, África y Oceanía con 15.3 y 1.8 millones de t, respectivamente. Los cinco primeros países productores, que representan el 54%, de la producción mundial son China con 73.7 millones de t, seguido de la Federación Rusa con 36.4 mill de t., India con 25.mill de t., Ucrania y EE.UU con 19.3 y 19.1 mill de t., respectivamente; en superficie de cultivo, representan el 58.4%. Los mayores rendimientos, por países corresponden a las economías desarrolladas, que aplican adecuada tecnología tanto en el uso de insumos como en el manejo pos cosecha y un alto grado de mecanización; A sí Oceanía tiene el mayor rendimiento promedio con 37.9 t/ha-1, China, Rusia e India, mayores productores por extensión, ya que alcanzan un rendimiento, de 16.7, 11.6 y 17.8 ton / ha-1, (SICA 2005).

Importancia del Cultivo de Papa en México

El sector papa tiene en México una gran importancia económica, es de los pocos cultivos que se desarrollan en casi todo el territorio nacional, esta hortaliza se produce en 24 entidades del país. Cerca de 1.2 millones de toneladas de papa abastecen las necesidades de alimento de la población con un consumo de 12.3 kilogramos al año por persona; 156 mil toneladas las necesidades de la industria procesadora (Sabritas, Barcel, entre las más importantes) y 195 mil son utilizadas como semillas en los ciclos productivos. Este sector representa una fuente importante de trabajo en las zonas rurales, se encuentran involucrados cerca de 8,700 productores y dependen directamente de ellos 20,400 familias; asimismo, genera 17,500 empleos directos y 51,600 indirectos entre las diversas labores que involucra este cultivo (siembra, cosecha, comercialización, etc...) se generan 6.3 millones de jornales por año. En los últimos diez años, la producción nacional de papa se incrementó en 45 por ciento al pasar de 1 millón 216 toneladas producidas en 1993 a 1 millón 800 mil toneladas en el 2003, a pesar de la disminución de la superficie cosechada. Los rendimientos han aumentado gracias a la utilización de semilla certificada y al uso de mejor tecnología (CONPAPA, 2003).

Los principales estados productores por orden de importancia son : Sinaloa con el 20.3%, Chihuahua 14.1%, Sonora 11.4%, Nuevo León 9.5%, Guanajuato 7.5%, Estado de México 7.4%, Jalisco 5.2%, Coahuila 5%, Michoacán 4.9%, Puebla 4.4% y Veracruz 3.9% estas once entidades concentran el 93.6 % de la producción nacional (SAGARPA, 2006).

Origen del Cultivo de Papa

Méndoza y Estrada (1979) indican que el centro de origen de la papa cultivada es en los altiplanos de América del sur. Sin embargo Huaman y Wissar (1988) afirman que el origen de la papa es de la tierra alta del sur de Perú más precisamente en el área comprendida entre el Cuzco y los alrededores del lago Titicaca que se extiende hacia Bolivia, Chile y Argentina; y por el norte Ecuador, Colombia, Venezuela, Centroamérica y México, así como de los andes que comprende Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia; Su domesticación se remonta al año 2000 a. c.

A pesar de que México no es la zona de origen de la papa, existe una gran diversidad de germoplasma de este cultivo; Ferroni (1981) distingue tres grupos de variedades de papa en México: genotipos de Holanda, EUA y las variedades mejoradas generadas por el INIFAP. El primer grupo representa el 50% del cultivo nacional (variedad alpha), el segundo el 38% y el ultimo alrededor del 8%. Los dos centros principales de diversidad y producción de papa nativas o criollas en México son el Nevado de Toluca y el Pico de Orizaba, ambos picos volcánicos son fértiles con grandes extensiones de tierra, con una altura sobre el nivel del mar de 2900 a 3400 metros. Ambas regiones son los centros de origen de 17 cultivares de *Solanum tuberosum*, sin embargo solo seis de los genotipos clónales presentan amplia adaptación en México.

Clasificación Taxonómica

Existen un gran número de especies de papa, sin embargo la que más se utiliza comercialmente, a sido la especie tuberosum; teniendo la siguiente clasificación (Cronquist, 1969).

Reino Vegetal

SubreinoEmbryophyta

DivisiónAnthopyta

ClaseDicotiledónea

Orden Tubiflorae

Suborden Solanineae

Familia Solanaceae

Genero Solanum

Especie tuberosum.

Descripción Botánica

La papa es una planta anual de tipo herbáceo arbustiva, alcanza una altura entre 40 y 80 cm. Está constituida por las siguientes partes:

Raíces

Las plantas provenientes de semilla botánica poseen una raíz principal delgada, la cual se transforma en fibra mientras que las plantas provenientes de tubérculos usados como semillas vegetativas, tienen un sistema fibroso de raíces laterales que emergen generalmente en grupos de tres a partir de los nudos de los tallos subterráneos (Hooker, 1980).

Tallos

Los tallos son angulares generalmente verdes, aun que pueden ser de color purpúreo; son herbáceos a un cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente leñosa.

Hojas

Las hojas adultas son pinnado compuestas, pero las hojas primarias de plántulas, así como las primeras hojas provenientes del tubérculo, pueden ser simples. Las hojas están provistas de pelos (pubescencia) de diversos tipos los cuales se encuentran presentes en las de mas partes aéreas de la planta.

Tubérculos

Tanto los tubérculos como los estolones son tallos laterales modificados. Las raíces y estolones se desarrollan a partir del tallo subterráneo, entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por lo tanto la unidad de propagación vegetativa debe ser plantada a tal profundidad que le permita una adecuada formación de raíces y estolones.

Flor

Son pentámeras y los colores son diversos variando desde el blanco al morado; las flores tienen estilo y estigma simple y el ovario es bilocular, supero, bicarpelar y multiovalado (Baez, 1983). La dispersión del polen es llevado a cabo por el viento. La polinización cruzada en los tetraploides es rara, realizándose de forma natural una autopolinización.

La inflorescencia es cimosa; las flores son hermafroditas y tetracíclicas, el cáliz es gamosépalo lobulado, la corola es rotácea pentabulada de color blanco al amarillo pálido, amarillo más fuerte o anaranjado que produce polen a través de un tubo terminal (Montaldo, 1984). El número de flores es variable y depende de la variedad de que se trate.

Fruto

Los frutos maduros son de forma redonda a oval (de 1 a 3 cm o más de diámetro), de color verde amarillento o castaño-rojizo a violeta. Tiene dos lóculos, con 200 a 300 semillas, pero debido a los factores de esterilidad pueden formarse frutos sin semilla (Kuruvadi, 1987).

Requerimiento Edáfico y Climático

Altitud

Mainardi (1978), reporta que la papa cultivada prefiere altitudes que oscilan entre 1500 y 2000 msnm, pero que se puede cultivar en muy diversas altitudes debido a la gran diversidad de variedades con que se cuenta.

Latitud

Smith (1975), menciona que la papa en su lugar de origen se desarrolla desde latitudes de 3°N hasta 27°S, pero después de su propagación por el mundo se ha adaptado a zonas templadas como son en países europeos, hasta 60°N.

Suelo

Se encuentra en varios tipos de suelo, aun que prefiere aquellos suelos arenosos, con buen drenaje y una estructura suelta que permita el crecimiento de raíces y tubérculos, aun que también se desarrolla en suelos arcillosos en los cuales requiere abundante materia orgánica. El pH optimo oscila entre 5.0 y 7.0 y es sensible a suelos compactados, por lo que la profundidad del suelo debe ser mayor a 30 cm, que permita el libre crecimiento de los estolones y tubérculos (Rubio *et al*; 2000).

Clima

La planta es semitolerante al frío, sin embargo, no tolera heladas es decir, temperaturas bajo cero. La temperatura que se considera optima del suelo para una rápida emergencia es de 22 °C (temperaturas altas y/o muy

bajas retardan la emergencia). Algunos autores reportan que temperaturas de 16 °C por la noche y 18 °C por el día arrojan los más altos rendimientos y con un contenido más alto de almidón.

Preparación de Terreno

La preparación del terreno es una labor que juega un papel crucial en el rendimiento y calidad del producto final que se persigue al establecer un cultivo de papa. Un suelo bien preparado proporciona al nuevo cultivo buenas condiciones de aereación al sistema radicular mismo que estimula un buen desarrollo de la parte aérea de la planta.

Subsueleo

Esta actividad favorece un mejor manejo del suelo, agua, plantas, sales, etc. La profundidad del subsueleo varía entre 60 a 80 cm y debe hacerse para cualquier cultivo cada 2 ó 3 años.

Barbecho

Es la práctica principal en la preparación de un terreno para siembra por lo cual se considera ineludible para el establecimiento de un cultivo. Cuando el subsueleo no se realiza es posible sustituirlo en muchas ocasiones por un barbecho profundo, siempre que la capa arable del suelo lo permita, pues cuando está muy delgada (30 cm o menos) no debe hacerse muy profundo pues sería contraproducente, ya que se mezclaría la buena tierra con el cascajo, piedras o caliche y en muchas ocasiones es recomendable usar una rastra. Si con el primer paso de arado el suelo se ve que no quedo

suficientemente mullido es necesario dar una segunda pasada de barbecho en forma cruzada, (Guía Técnica para el Cultivo de Papa, 1997).

Rastreo

El rastreo es igual que el barbecho debe hacerse cruzado si es necesario, en caso de que los terrones no terminen de quedar mullidos con el primer paso de rastra, ya que esta practica es la que termina de mullir el suelo y lo deja listo para que la niveladora haga bien su trabajo.

Nivelación

Consiste en proporcionar al terreno una superficie plana que nos permita un surcado más uniforme y una distribución del agua de riego. En terrenos con pendientes pronunciadas e irregulares se combina la práctica con la siembra en contorno o se usa la irrigación por aspersión y se procura que la pendiente ideal la lleve el surco y no el terreno, (Guía Técnica para el Cultivo de Papa, 1997).

Surcado

El distanciamiento entre surcos depende mucho de la variedad que se va a sembrar, por ejemplo variedades de porte bajo es recomendable una distancia de 70 a 80 cm entre surcos, y en alturas intermedias y altas 90 cm entre surcos, aunque la distancia común mente usada por la mayoría de los agricultores es de 90 cm entre surco y surco.

Levantamiento de Bordos

Generalmente después de hacerse el surcado se levantan los bordos para el riego o para retener y dar salida al agua de lluvia. Es recomendable el levantamiento de bordos, ya que nos ayuda a evitar pérdida de cultivo provocado por la formación de corrientes de agua cuando el terreno tiene pendiente y también nos ayuda a retener el agua cuando son terrenos con cultivo de temporal, (Guía Técnica para el Cultivo de Papa, 1997).

Siembra

La siembra puede hacerse a mano o con máquina sembradora-fertilizado, según lo permita el terreno o que se disponga de la máquina sembradora, es recomendable hacerla en tierra venida, es decir se riega antes del surcado y se siembra. La profundidad de la siembra recomendada es de 15 a 20 cm, los tubérculos se colocan en el fondo del surco a una distancia de 15 a 30 cm. El criterio general que reportan varios autores, es que debe haber una población de tallos vigorosos de 20 a 30 / m². Después de depositar la papa brotada en el fondo del surco se cubre lo más pronto posible con una capa de tierra con el objeto de que no le de el sol por un periodo largo, pues hay peligro de que se quemen los brotes o la cutícula de los tubérculos.

Cantidad de Semilla

La cantidad de semilla para siembra depende del objetivo que se persiga ya sea para producción comercial o para producción de tubérculo-semilla, así también hay otros factores tales como la distancia entre surcos y entre plantas, la variedad de que se trate, el tamaño y número de brotes por tubérculo. En la región de Coahuila y Nuevo León, la cantidad de semilla anda alrededor de 3,000 a 5,000 kgs / ha (Guía Técnica para el Cultivo de Papa, 1997).

Mejoramiento Genético de Plantas

El mejoramiento genético de las plantas se define como:

- a) El arte y la ciencia de dirigir la evolución de los cultivos hacia donde el hombre le conviene, mediante el manejo genético de caracteres heredables.
- b) El ajustamiento genético que sufren las plantas para satisfacer las necesidades abióticas, bióticas, sociales e industriales. Tal ajustamiento es realizado por el hombre.

El mejoramiento genético de las plantas nace con la agricultura misma. Los hombres y mujeres colectaron por primera vez semillas de las cuales sembraban en sus parcelas alrededor de sus hábitat, de esta manera y sin ningún conocimiento, tan solo con la intuición y a prueba y error, tales procedimientos se fueron mejorando al paso del desarrollo de la humanidad. Fue así que mucho antes de que se redescubrieran los principios básicos de la herencia y la variación que comprenden lo que hoy se llama *genética*, el hombre ya había formado sus primeras poblaciones de plantas cultivadas diferenciadas entre sí en algunas características de acuerdo con los fines que se perseguían y a la influencia de los ambientes en que eran cultivadas.

El mejoramiento genético moderno, científico inicia a raíz del conocimiento de las leyes de Mendel, que en 1900 fueron expuestas al mundo por Correns, De Vries y Tschermak.

En tal época se hacen los primeros estudios que condujeron, posteriormente al descubrimiento del maíz híbrido y a su aplicación agrícola. De igual forma, el mejoramiento genético de plantas autógamias se inician con los estudios de Mendel y se aplica en el método que hoy conocemos como método de selección de pedigrí.

En 1918 Fisher presenta los postulados básicos de la herencia cuantitativa. En la década de los años 20s Wright pone la cimentación de la teoría de la endogamia o consanguinidad, básica en la selección de pedigrí y en la obtención de líneas puras para la hibridación en maíz. De esta manera se desarrollan otros estudios en los cuales se empiezan a formar plantas resistentes a enfermedades, insectos, nematodos, sequía, heladas, etc; plantas con determinado arquetipo, híbridos enanos de sorgo, plantas semienanas de trigo, etc.(Márquez, 1985).

Variabilidad Genética

Heterocigosidad de la Especie

Se tienen reportes de que *Solanum tuberosum* presenta una alta heterocigosidad entre 0.46 y 0.52, y para la subespecie *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* Hawkes, se reportan valores más elevados, hasta 0.81 (Ortiz & Peloquin, 1994).

Potencial de Hibridación

La hibridación de la papa con especies silvestres mexicanas empezó en 1909, y continúan hasta el presente.

Las primeras variedades resistentes de México eran obtenidas usando verdadera hibridación sexual con las variedades silvestres.

Solanum tuberosum incluida dentro de la sección Petota Dumort., está dividida en dos subespecies *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* que es la papa cultivada más difundida por todo el mundo y *S. tuberosum* subsp. *andigena* que también es cultivada, pero su cultivo se restringe a Centro y Sudamérica. Estas dos subespecies son totalmente compatibles cuando coexisten en el mismo hábitat, debido a la formación de híbridos de manera natural, además que las

variantes cultivadas de papa son compatibles entre ellas. En general se reporta que *Solanum tuberosum* puede cruzar con todas las especies de la sección papa, aunque se reporta que existen grupos con los que tiene dificultades para cruzarse. El potencial de hibridación de la papa dependerá en primera instancia de la ploidia que presente la especie silvestre o cultivada, además del número de balance del endospermo (EBN por sus siglas en inglés), es decir, *Solanum tuberosum* presenta una ploidia/EBN = 4x(4EBN), y el potencial de hibridación es mayor con las especies 4x(4EBN) (*S. tuberosum subsp. tuberosum*, *S. tuberosum subsp. andigena*) y con las especies 6x(4EBN) (*S. brachycarpum*, *S. demissum*, *S. guerreroense*, *S. hougasii*, *S. iopetalum* y *S. schenckii*), mientras que el potencial de hibridación es menor con especies 4x(2EBN) (*S. agrimoniifolium*, *S. fendleri*, *S. hjertingii*, *S. oxycarpum*, *S. papita*, *S. polytrichon* y *S. stoloniferum*) y con especies 2x(2EBN) como con *S. verrucosum*. En la mayoría de los casos, los híbridos resultantes son fértiles con altos porcentajes de descendencia fértil y de introgresión hacia los parentales, aunque el éxito de la hibridación dependerá también de la distribución geográfica, del período de floración y de la presencia de barreras estilares que prevengan el crecimiento de tubos polínicos (Magoon, *et al.*, 1958).

Selección Clonal

La SARH (1991) indica que este método es a mediano plazo; puede ser usado por productores de mediano y alto nivel tecnológico; se recomienda para agricultores que tienen un manejo adecuado del cultivo y que poseen papas con alta sanidad.

En un programa de selección clonal el procedimiento es el siguiente:

- a) Observación Sana, las plantas seleccionadas deben provenir de un buen patrón, los tubérculos de las plantas deben ser cosechados y

conservados por separados, para ser plantados en la siguiente época de desarrollo.

- b) En el control de post – cosecha, uno o dos tubérculos de la planta progenitora para la presencia de virus.
- c) Los tubérculos de las plantas seleccionadas son plantados en campo para su multiplicación, la progenie de las plantas se conservan por separado. Durante la época de desarrollo, las plantas son inspeccionadas (enfermedades, síntomas, pruebas de plantas) cuando una enfermedad es fundada en una planta progenie (clon), todas las plantas del clon son rechazadas y eliminadas del campo de cultivo.
- d) A la cosecha los tubérculos de cada planta sana con conservados por separado.
- e) Los clones son multiplicados separadamente por 3 – 6 generaciones.
(Zaag *et al*; 1979).

Enfermedades de la Papa

Las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de papa son: el Tizón tardío, causado por *phytophthora infestans* (Mont de Bary); tizón temprano por *Alternaria Solani* (Ell. Sor); rhizoctonosis provocada por el agente causal *Rhizoctonia solana* (Kühn); fusariosis ocasionada por varias especies de genero *Fusarium* como *F.oxysporum* y *F.sambucinum*; Verticilisis ocasionada por *Verticillium albo atrum*; además de virus como el virus del enrollamiento de la papa (PLRV) por sus siglas en ingles; el virus “Y” (PVY) y el virus “X” de la papa (PVX) por sus siglas en ingles; y en los últimos años la enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP) causada por un fitoplasma (Roosselle, *et al*, 1999, Flores-Olivas, 2004)

Avances en Estudios de Mejoramiento

González (1997), evaluó 18 clones sobresalientes del programa de mejoramiento genético de papa de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el ejido el “poleo”, utilizando como testigo la Variedad Mundial; y encontró que la mayoría de los materiales evaluados en el promedio de cobertura vegetal no mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero en cuanto a rendimiento, los clones 92-16-30 y el 92-16-47 fueron superiores al testigo (Variedad Mundial) superándolo con 6.01 ton ha⁻¹ el clon 92-16-30 y con 3.79 ton ha⁻¹ el clon 92-16-47.

Sin embargo Rodríguez (1997) también evaluó 19 clones de papa en la localidad de Huachichil, Coahuila utilizando como testigo la variedad mundial, encontrando que el testigo y el material 92-33-28, 92-16-46, 92-16-61 y 92-16-17 fueron los mejores y estadísticamente son iguales.

Frías- Treviño, A. G. *Et al* (2001), evaluaron la resistencia de 18 genotipos de papa a los Tizones Tardío (*Phytophthora infestans*) y Temprano (*Alternaria solani*) bajo condiciones de infección natural en campo. También se estudió la diversidad de razas fisiológicas de *P. infestans* presente en la región papera de Coahuila y Nuevo León, y su comportamiento a través del tiempo. Los genotipos Atzimba, Greta, Mexiquense, Tollocan, 750489, 750815, I-1039 y I-1150, presentaron porcentajes de daño menores a 10%, en cambio el testigo, la variedad Alpha, presentó 100%. Referente a la evaluación de Tizón Temprano, la severidad mínima fue de 51% en la variedad López contra 95% del testigo, Alpha. Con este estudio se reveló que las áreas productoras de papa de Coahuila y Nuevo León son similares al Valle de Toluca adecuados para seleccionar cultivares con resistencia horizontal al Tizón Tardío. Navidad, Nuevo León es un ambiente de alta presión de inóculo para evaluar resistencia al Tizón Temprano.

González (2004) haciendo un estudio sobre Estabilidad de Producción Comercial y Agrupamiento de Clones Avanzados de papa en el Norte de México, y utilizando como testigos la variedad mundial y la variedad Alpha; encontró que de los genotipos evaluados los de germoplasma mexicano tuvieron mejor comportamiento que los introducidos, sobresaliendo los clones 91-25-4, 91-9-3 y 91-12-2 como material de gran potencial para rendimiento y recomendados para la región norte de México.

Estévez V. A. (et, al) (2004), evaluaron en la Habana Cuba, seiscientos clones de primera generación, 162 clones de segunda; 75 clones de tercera; 38 clones de cuarta generación, 90 clones de quinta generación y 60 de sexta, caracterizado indistintamente para el rendimiento y sus componentes; la resistencia en campo a los hongos A. Solani (tizón temprano) y P. infestans (tizón tardío), y el contenido de materia seca de los tubérculos en por ciento. Haciendo un análisis integral del comportamiento del rendimiento, la resistencia a enfermedades y calidad de los tubérculos de estos clones, durante los diferentes años de estudios, se seleccionaron para pasar a etapa de regionalización los clones.6-84-93, 14-52-93, 9-32-93, 6-21-93, 6-73-93, 6-82-93, 2-158-93, 14-36-93, 10-93-6 1-420-93, 2-14-93, 2-125-93 y 1-401-93, los cuales superaron a la variedad control (Red Pontiac).

Tirado L. R. (2005). Obtuvo en Perú, dos nuevas variedades de papa en laboratorio a la cual a una de ellas la bautizo con el nombre de “Kañareja” en honor a las mujeres quechuahablantes del Ande. Los resultados del proceso de investigación se inició en 1990, en el ámbito de la sierra norte: las nuevas papas son altamente resistentes a las plagas (como la ranca) y también tienen un alto rendimiento en los procesos industriales y de comercialización, pues superan las cuarenta toneladas por hectárea, a diferencia de las doce toneladas por hectárea de otras variedades en el país. Los experimentos que se realizaron en las parcelas ubicadas en las localidades de Cutervo, Bambamarca, Huambos, Chota, Kañaris y Cajamarca, entre otras,

determinaron, por ejemplo, que para las dos nuevas variedades se requiere utilizar una sola vez sustancias químicas (plaguicidas), mientras que las otras necesitan hasta ocho aplicaciones. De acuerdo con los trabajos realizados en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, una de las plantas tiene mejores efectos en las zonas andinas, mientras que la otra se adapta mejor en los valles interandinos, en lugares poco secos o con el clima de la costa de Trujillo y Pacasmayo. Tras la cosecha, en ambos casos es posible lograr un rendimiento de más de 120% en la producción de papa destinada al rubro de las pollerías, la industrialización de hojuelas e incluso puré envasado, también se evaluó el porcentaje de almidones y azúcares, cuyo resultado es una señal inequívoca de una buena calidad, lo cual es determinante para conseguir un producto de buen sabor. Incluso se puede afirmar que los nuevos clones tienen buen nivel de pigmentación, antioxidantes y hasta elementos anticancerígenos".

Gutiérrez-Miceli, F. A (2006), en el trabajo "selección de genotipos de caña de azúcar usando características de cultivo de callos"; menciona que los programas para obtener nuevos genotipos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) duran de 10 a 15 años y la etapa de selección es la que consume más tiempo. Por tanto, se realizó un estudio para determinar la relación entre las características de los cultivos de callos y variables agronómicas de plantas derivadas de callos de cuatro genotipos de caña de azúcar cultivados en México. Se encontró que el peso fresco de los callos se correlacionó (0.464; $p \leq 0.001$) con el tallo industrializable, con el número de entrenudos (0.420; $p \leq 0.0001$) y número de tallos (0.441; $p \leq 0.001$). El contenido de sacarosa en los callos se correlacionó con la longitud del tallo industrializable (0.653; $p \leq 0.001$) y el diámetro de los entrenudos (0.479; $p \leq 0.001$). El peso fresco y el contenido de sacarosa en los callos son dos características de los cultivos *in vitro* que deben estudiarse con más genotipos antes de usarse para seleccionar genotipos de caña de azúcar en programas de mejoramiento.

En los Valles Altos centrales de México; Cisneros López (2007) evaluó la asociación entre algunas características de calidad de la semilla de nuevas líneas e híbridos experimentales de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) con las relacionadas con el establecimiento de las plántulas en campo, en 32 genotipos, agrupados en híbridos y sus progenitores: líneas A, B y R; y la variedad VA-110. En el laboratorio, la calidad de la semilla se evaluó con base en características fisiológicas (germinación y vigor de plántulas normales y anormales, entre otras); físicas (como peso de 100 semillas y peso volumétrico) y sanitarias (porcentaje de plántulas enfermas). En el campo, se consideró los días al inicio y al final de la emergencia, altura de plántula, velocidad de emergencia y porcentaje final de plántulas emergidas. El grupo de nuevos híbridos de sorgo presentó mayor peso de 100 semillas que el promedio de los grupos de progenitores, pero esa variable no mostró relación directa con mejores características de calidad de las líneas progenitoras. El menor peso de la semilla tampoco estuvo asociado con pobres atributos de germinación de la semilla, ni de emergencia de las plántulas en el campo. La mayoría de las variables medidas en las pruebas de laboratorio no correlacionaron linealmente con las variables de emergencia en campo. La temperatura del suelo no afectó la germinación de la semilla y emergencia de la plántula en campo en este estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Área de Estudio.

El presente trabajo se desarrollo en la localidad de la zona papera de Coahuila, comprendida en los cañones de la Sierra de Arteaga, específicamente en el ejido el “poleo” en el ciclo otoño-invierno del 2005. Las características agroecológicas del área de estudio se describen a continuación.

Los cañones de la sierra de Arteaga están ubicados a una latitud Norte de 25°14' y longitud Oeste de 100° 35', la altitud varia de 2000 a 2800 msnm. El clima es templado sub-húmedo con precipitaciones todo el año, los meses más lluviosos son julio y agosto. Las heladas pueden presentarse en cualquier época del año, pero son más frecuentes de octubre a marzo con temperaturas de -8 °C. Pueden considerarse como libre de heladas los meses de Junio, Julio y Agosto.

Material Genético

En el presente estudio, se incluyeron cinco genotipos experimentales avanzados del Programa de papa de la UAAAN (Cuadro 1), que fueron 96-D-66, 96-D-47, 96-D-08, 98-13-03, y 95-10-09, a de más de un testigo comercial, la variedad Alpha, ampliamente utilizada en las regiones paperas del País y principalmente en el Norte de México.

Cuadro 3.1. Genealogía de los clones avanzados y su clave.

	Clave	Año	Clon
1	96-D-66	96	66
2	96-D-47	96	47
3	96-D-08	96	08
4	98-13-03	98	03
5	95-10-09	95	09
6	Testigo	Variedad	Alpha

Metodología

El ensayo fue establecido bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la parcela experimental consto de cuatro surcos de cinco metros de largo, con una distancia entre surcos de 0.92 m y una distancia entre plantas de 0.30 m; considerando dos surcos centrales de tres metros de largo como parcela útil para la estimación de rendimiento (Kg / parcela). Se utilizo semilla de segunda categoría, el experimento fue establecido en lotes comerciales de productores cooperantes, por lo que el manejo agronómico y el control fitosanitario realizado fue de acuerdo a las necesidades del lote y a la tecnología utilizada en la región.

Parámetros Evaluados

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron los siguientes parámetros:

- a) Altura de planta. Esto consistió en medir la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia.
- b) Rendimiento. Se obtiene de la suma de la papa de primera, segunda y tercera categoría, usando como patrón para esta clasificación las medidas descritas en el Cuadro 2.

Cuadro 3.2. Criterios para clasificar la papa, considerando su diámetro inferior y su forma.

Categoría	Diámetro Inferior
Primera	> 65 mm
Segunda	55 – 65 mm
Tercera	35 – 45 mm
Cuarta	< 35 mm
Monos	Papas deformes no importa su tamaño

mm = milímetros

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para cada variable bajo el diseño de bloques completos al azar, en base al siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = m + b_i + t_j + e_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Producción comercial del j-ésimo tratamiento en la i-ésima repetición

m = Efecto de la media general del experimento

b_i = Efecto del i-ésimo bloque o repetición

t_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental.

La fórmula para la prueba de comparación múltiple de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) es la siguiente:

$$DMS = t_{\alpha/2; g.l.e} \left(\frac{CME}{r} \right)$$

Donde:

$t_{\alpha/2; g.l.e}$ = Valor de t con los grados de libertad del error y un nivel de significancia del 5%

CME = cuadrado medio del error experimental

r = Número de repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de los datos obtenidos en el estudio de los clones se discutieron de acuerdo a los parámetros pre-establecidos.

Altura de Planta

De acuerdo con el análisis de varianza que se muestra en el (Cuadro A. 2) se observa que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.01$) para la variable altura de planta, con un coeficiente de variación de 14.58 % lo cual muestra la confiabilidad del experimento; para la comparación de medias se realizó una prueba de diferencia mínima significativa (DMS) con un nivel de significancia de 0.05, (Cuadro A.3) en donde se observa que el mejor tratamiento fue el Testigo (Variedad Alpha), presentando una media de 59.50 cm, seguido del tratamiento 96-D-47, 96-D-66, 98-13-03 y 96-D-08 obteniendo una altura de planta promedio de 56.25, 50.25, 49.00 y 48.25 cm respectivamente; siendo el clon 95-10-09 el más bajo con una altura promedio de 45.75 cm.

Figura 4.1 se muestran las diferencias que se presentan entre tratamientos destacando el material comercial variedad Alpha como el de mayor altura seguido del tratamiento 2 (clon 96-D-47).

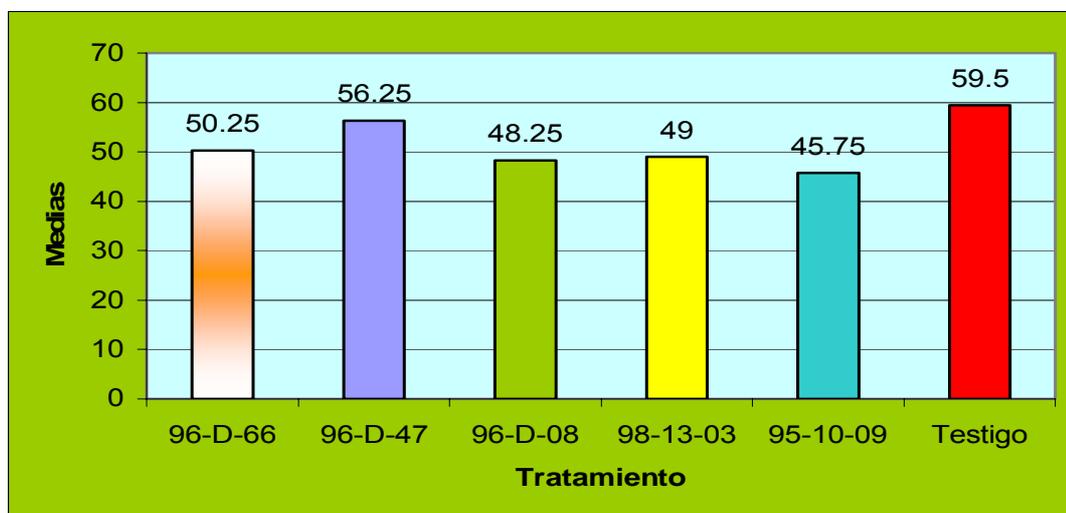


Figura 4.1. Comparación entre tratamientos de los resultados obtenidos en el parámetro altura de planta.

Rendimiento

Dentro de la evaluación para rendimiento total por parcela, se encontraron los siguientes resultados, (Cuadro A.4.) . los tratamientos son significativos al 0.01%, con un coeficiente de variación de 34.19 % , el análisis de varianza nos indica que hay diferencia significativa entre tratamientos mientras que entre bloques no hay diferencias significativas, por lo tanto se aplico una prueba de rango múltiple por el método de diferencia mínima significativa (DMS) (Cuadro A.5), con una significancia de 0.05 % , donde el tratamiento 6 (testigo, Variedad Alpha) supero a los clones con un rendimiento promedio de 10.8375 kg, seguido del tratamiento 2 (clon 96-D-47) con un rendimiento promedio de 10.1125 Kg. El tratamiento 95-10-09, 96-D-66, 96-D-

08 y 98-13-03 presentaron un rendimiento de 8.13, 6.8125, 6.4313 y 4.6125 kg, respectivamente.

Figura 4.2 muestra el comportamiento de los clones con respecto a la variedad Alpha (tratamiento 6), destacando con el mayor rendimiento promedio, aun que comparándolo con el tratamiento 2 (clon 96-D-47) son numéricamente iguales.

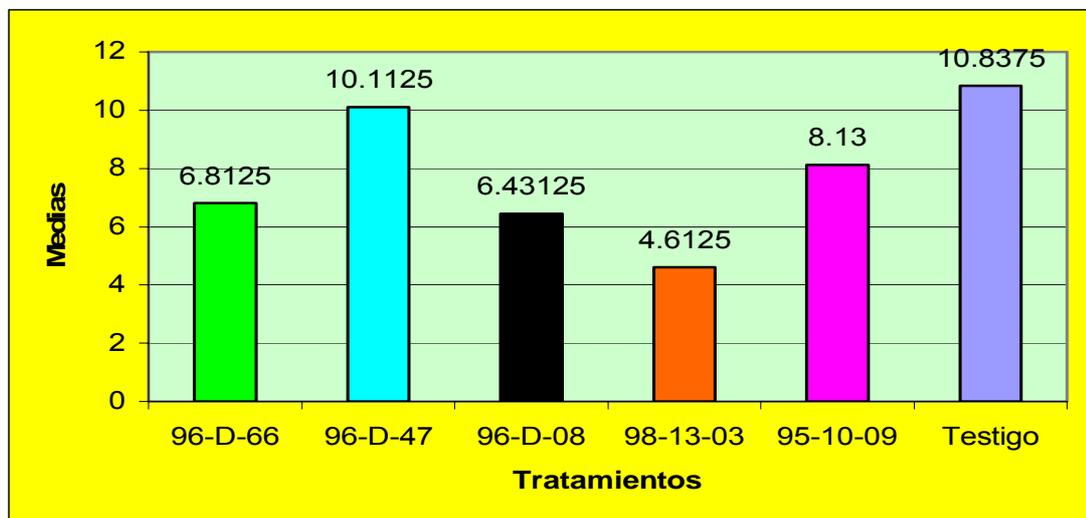


Figura 4. 2.- comparación entre tratamientos para el parámetro Rendimiento.

Conclusión

De los cinco genotipos evaluados en el ejido el Poleo del municipio de Arteaga Coahuila, se encontró que el clon 96-D-47 supero a los demás genotipos en cuanto a rendimiento y altura de planta. Este material representa una alternativa para los pequeños y medianos productores de la región.

Se recomienda realizar nuevas evaluaciones para determinar la estabilidad de rendimiento, así como otros parámetros (calidad de fritura, pelado de la papa, número de tubérculos por categoría, número de brotes por tubérculo, entre otros) .

El propósito fundamental de evaluar nuevos materiales es generar tecnología que ayude a resolver problemas en el cultivo de variedades tradicionales y superar o igualar los rendimientos de tal manera que los costos de producción se reduzcan, o que al menos no se eleven en comparación de otros cultivos.

La respuesta obtenida de este trabajo nos demuestra que sí es posible generar un material que supere a las variedades comerciales extranjeras y que el programa de papas de la UAAAN, tiene el potencial para desarrollar convenios para el asesoramiento del sector papero de la región y colaborar de manera integral en proyectos productivos que generen el empleo de recursos humanos y evitar de está manera la migración de las comunidades rurales.

LITERATURA CITADA.

- Báez P. M. 1983. La Papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bayer, 1995. Manual de la Protección de la Papa. México. 51 pgs.
- Cisneros L. E. Ma. 2007. Híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. I: calidad de la semilla y su influencia en el establecimiento de plántulas.
- Cronquist, A. 1969. introducción a la Botánica. CECSA. México; p. 159.
- Estévez V. A, et al; 2004. Selección de Clones y Variedades Cubanas de Papa (*Solanum tuberosum* L.) para época óptima de plantación.
- FAO. 1996. Draft report on the State the World's. Plant Genetic Resources, Roma, 35 p.
- Ferroní, M. A. 1981. México - INIA- PRECODEPA, Publicación Especial 30 pgs.
- Flores-Olivas, A; 2004, Alternativas Para el Manejo de la Punta Morada de la Papa, Simposio Punta morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México
- Frías – Treviño, A. G, et al. 2001. Reacción de 18 Genotipos de Papa (*Solanum tuberosum*) a los Tizones Tardío y Temprano y Evaluación de la Diversidad de Razas de *Phytophthora infestans* en Coahuila y Nuevo León. Revista Mexicana de Fitopatología Vol. 19.
- Gonzalez F. J. A. 1997. Evaluación de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) para rendimiento en la región de Huachichil, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México; p.54
- González, Vázquez V. M. 2004. Estabilidad de producción comercial y agrupamiento de clones avanzados de papa en el Norte de México. Tesis. Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México; pp.43-44

- Guía Técnica para el cultivo de Papa.1997. UAAAN Departamento de Fitomejoramiento, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; pp. 9-14
- Huaman, Z; P Schmielidiche, R. Wissar. 1988. Los recursos genéticos de la papa y su conservación en el Centro Internacional de la Papa. Curso Internacional de Mejoramiento de Papa. Toluca, Edo, de México.
- Kolasa, M. K. 1993. The Potato and Human Nutrition. Amer. Pot. Jour. 70: 375-384.
- Kuruvadí, S. y H. M. Cortines, E. 1987. Papel del componente de Rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) Agraria Revista Científica 3(1):1-5.
- Magoon, M. L; D.C. Cooper, R.W. Hougas (1958). Induced polyploids of Solanums and their crossability with *S. tuberosum*. Botanical Gazette, Volumen 119, Número 4
- Mainardí F. F. 1978. Hortalizas de raíz, bulbo y tallo. De Veachí. Barcelona, España.
- Márquez S. F;1985. Genotecnia vegetal métodos teoría y resultados. Tomo I ; Editor, S.A., México, pp.1-6
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Ortiz, S. R; J. Peloquin (1994). Diversidad genética de papas; pp. 61-64
- Pérez, U. G. 1972. Avances en el fitomejoramiento de la papa. Centro de Investigaciones Agropecuarias Santa Elena, Edo. de México. pp. 54-88.
- Rodríguez Gonzalez J. R. 1997. Evaluación para rendimiento de 19 clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la localidad de Huachichil, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México; p. 56
- Rousselle, P; Robert, Y; Crosnier, J. C; 1999. La patata; Ediciones Minda-Prensa, Madrid, España; p. 238
- Rubio C. O. A. 1997. Aportación del Programa Nacional de Papa del INIFAP. Memorias del I simposium Internacional de la papa. Metepec, México; pp. 21-23.
- Rubio C. O. A; *et al*; 2000. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM), p. 4.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1991. División Agrícola INIFAP propuesta del Programa para Autosuficiencia de Producción de Semilla PSPS en México; pp. 1-15.

Smith, O. 1975. Potatos, Productions, Storing, 2da Edición; The Aví. Publishing's Company, Westport, Connecticut.

Zaaga, D. E. Vander and H. P. Beukema. 1979. Potato Improvement. Some Factors and factos. International Agricultural Centre (IAC). Wageningen-The Netherlands.

PAGINAS DE INTERNET.

<http://www.conpapa.org.mx/producción.htm>

<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2006/sep-oct/art-6.pdf>

<http://www.sica.gov.ec/cedenas/papa/docs/mundial.html>.

<http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2006/agosto/B198.htm>

<http://www.elcomercioperu.com.pe/EdicionImpresa/Html/2005-06-14/impNacional0321829.html>

APÉNDICE

Apéndice

Cuadro A. 1. Cuadro de concentración de datos.

TRAT	REP	Altura de Planta cm.	Rendimiento por Parcela Kg.
T1 (96-D-66)	R1	56	8.50
	R2	45	6.50
	R3	65	8.95
	R4	35	3.30
T2 (96-D-47)	R1	55	7.60
	R2	60	12.55
	R3	60	12.85
	R4	50	7.450
T3 (96-D-08)	R1	56	8.125
	R2	47	3.80
	R3	50	5.50
	R4	40	8.30
T4 (98-13-03)	R1	48	4.30
	R2	48	6.30
	R3	60	5.90
	R4	40	1.95
T5 (95-10-09)	R1	38	7.77
	R2	50	4.90
	R3	55	11.5
	R4	40	8.35
T6 (V. Alpha)	R1	58	11.6
	R2	65	8.35
	R3	50	8.8
	R4	65	14.6

Cuadro A.2. Análisis de Varianza para la variable Altura de Planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
-					
TRATAMIENTOS	5	552.000000	110.400002	1.9582	0.144
* BLOQUES	3	420.335938	140.111984	2.4852	0.100
ERROR	15	845.664063	56.377605		
TOTAL	23	1818.000000			

-
C.V. = 14.58%

* diferencia significativa.

Cuadro A.3. Comparación de Medias (DMS) para la variable Altura de planta en cm.

TRAT	MEDIA	
6	59.5000	A
2	56.2500	A B
1	50.2500	A B
4	49.0000	A B
3	48.2500	A B
5	45.7500	B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 11.3141

Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable de rendimiento .

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	110.753906	22.150782	3.0957	0.040
*					
BLOQUES	3	12.248901	4.082967	0.5706	0.646
Ns					
ERROR	15	107.328491	7.155233		
TOTAL	23	230.331299			

C.V. = 34.19%

* diferencia significativa

Ns, no significativas.

Cuadro A.5. Comparación de Medias (DMS) para el parámetro rendimiento total en Kg, / parcela.

TRATAMIENTO	MEDIA	
6	10.8375	A
2	10.1125	A B
5	8.1300	A B C
1	6.8125	A B C
3	6.4313	B C
4	4.6125	C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 4.0307