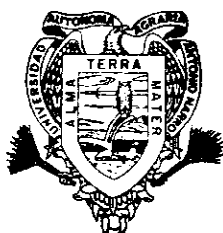


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA**



*Estudio de Modelos de Raíces y Distribución de
Materia Seca en Papa (Solanum tuberosum L.)
Bajo Condiciones de Invernadero*

Por:

SAULY ARGELIA CAMACHO GUERRERO

TESIS

*Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:*

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 1997

UNIVERSIDAD AUTONOMA "AGRARIA ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE MODELOS DE RAICES Y DISTRIBUCION DE MATERIA SECA
EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

POR

SAULY ARGELIA CAMACHO GUERRERO.

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO FITOTECNISTA

APROBADA POR

H. Sathyanarayaiah

Dr. SATHYANARAYANAI AH KURUVADI
Presidente del H. Jurado

Gelacio Perez Ugalde
Dr. GELACIO PEREZ UGALDE
Sinodal

Enrique Charles Cardenas
Ing. ENRIQUE CHARLES CARDENAS
Sinodal

Alfonso Lopez Benitez
Dr. ALFONSO LOPEZ BENITEZ
Sinodal

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

Mariano Flores Davila
M.C. MARIANO FLORES DAVILA
Coordinador de la división de Agronomía



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 1997.
División de Agronomía
Coordinación

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA-----	i
AGRADECIMIENTOS-----	iii
INDICE DE CUADROS-----	iv
INDICE DE FIGURAS-----	v
I. RESUMEN-----	1
II. INTRODUCCION-----	4
OBJETIVOS-----	5
HIPOTESIS-----	6
III. REVISION DE LITERATURA-----	7
Origen e historia-----	7
Importancia de la papa a nivel nacional e internacional-----	8
Requerimiento de nutrientes-----	11
Preparación del terreno-----	15
Epoca de siembra-----	15
Densidad de siembra-----	15
Método de siembra-----	16
Importancia del riego-----	17
Plagas y enfermedades-----	19
Correlaciones-----	21
Sistema radical-----	25

IV. MATERIALES Y METODOS-----	34
V. RESULTADOS Y DISCUSION-----	41
VI. CONCLUSIONES-----	68
VII.BIBLIOGRAFIA-----	69

DEDICATORIA

EL PRESENTE TRABAJO REPRESENTA LA CULMINACION DE MI CARRERA, POR LO QUE DESEO DEDICARLO CON TODA ADMIRACION Y CARIÑO A QUIENES SE ESFORZARON PARA OFRECERME CARIÑO, HOGAR Y SACRIFICIO ECONOMICO.

A MIS PADRES:

SR. RAUL CAMACHO VALDEZ.

SRA. ADELINA GUERRERO ORTIZ.

POR HABERME DADO LA VIDA Y BRINDADO PARTE DE LA SUYA, CUYOS ESFUERZOS, PACIENCIA, Y SACRIFICIOS SUPIERON ENCAMINARME HACIA LA REALIZACION DE UNA META MAS EN MI VIDA.

A MIS ABUELITOS:

SR. GREGORIO GUERRERO TOVAR.

SRA. ESTHER ORTIZ MARTINEZ.

CON MUCHO CARIÑO POR SUS SABIOS CONSEJOS Y SU APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO.

A ESTHER GUERRERO ORTIZ

POR SU GRAN PACIENCIA, CARIÑO, CONSEJOS Y AMOR SIEMPRE BRINDADO INCONDICIONALMENTE, Y POR SER UNA PERSONA ESPECIAL EN MI VIDA.

A MIS HERMANOS:

FERNANDO CAMACHO GUERRERO.

SAYI CAMACHO GUERRERO.

**POR LOS MOMENTOS QUE JUNTOS HEMOS COMPARTIDO Y POR
BRINDARME SIEMPRE SU APOYO PARA SEGUIR ADELANTE.**

A MIS TIOS:

VENACIA GUERRERO ORTIZ

JORGE LOPEZ CARRILLO

GREGORIO GUERRERO ORTIZ

AMADO GUERRERO ORTIZ

IRMA GUERRERO ORTIZ

ELVIA GUERRERO ORTIZ

**POR HABER SIDO UN EJEMPLO A SEGUIR ADELANTE , POR
ESTAR PRESENTES CUANDO MAS LOS NECESITE Y POR TODO EL
APOYO BRINDADO INCONDICIONALMENTE.**

A MIS PRIMOS (AS):

**RENAN, FREDDY, BRENDA LETICIA, ILSE DARINKA, ANAHI,
JORGE, Y YALI.**

**QUIENES POR SU CARIÑO SIGNIFICAN EL SEGUIR
SUPERANDOME.**

A SERGIO CORTEZ GAMBOA:

**POR SU GRAN AMOR, CARIÑO Y APOYO SIEMPRE BRINDADO,
POR SER UNA PERSONA A QUIEN LE QUIERO Y LE AMO MUCHO.**

**ESPECIALMENTE A ESE PEQUEÑO SER QUE MUY PRONTO LLEGARA
AL MUNDO Y QUE SE LE ESPERA CON MUCHO AMOR.**

A TODOS MIS AMIGOS (AS) , MUY ESPECIALMENTE.

AGRADECIMIENTOS

iii

**A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO,
POR HABERME FORJADO COMO PROFESIONISTA.**

AL DR. SATHYANARAYANAIAH KURUVADI

**POR SU EXPERIENCIA TRANSMITIDA Y APRECIABLES CONSEJOS PARA
LA CULMINACION DE ESTE TRABAJO.**

A MIS MAESTROS

**POR HABERME TRANSMITIDO LA MAYOR PARTE DE SUS
CONOCIMIENTOS, DURANTE LA ESTANCIA EN ESTA UNIVERSIDAD.**

A NUESTRO CREADOR

**QUIEN SIEMPRE ESTA ANUESTRO LADO Y NOS FORTALECE DE
ESPIRITU.**

INDICE DE CUADROS

iv

	Pagina
CUADRO 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa-----	42
CUADRO 2. Promedio para diferentes características agronómicas en papa-----	44
CUADRO 3. Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta en diez clones de papa -----	46
CUADRO 4. Análisis de varianza para peso seco del sistema radical en diferentes perfiles del suelo en papa-----	49
CUADRO 5. Promedios de peso seco de raíces en diferentes perfiles de suelo en papa -----	51
CUADRO 6. Correlaciones simples y fenotípicas para diferentes características agronómicas en papa.-----	59
CUADRO 7. Porcentaje de distribución de materia seca en diferentes partes de la planta en diez clones de papa-----	61

INDICE DE FIGURAS

v

	Pagina
FIG.1 Distribucion de peso seco de raices en diferentes perfiles de suelo en diez genotipos.-----	53
FIG.2 Comparación de materia seca total en diez genotipos-----	62
FIG.3 Distribucion de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Boer-----	63
FIG.4 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Russet Burbank-----	64
FIG.5 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Alpha-----	65
FIG.6 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Uatlan-----	66

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 10 genotipos de papa con una amplia variabilidad para diferentes características agronómicas, bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con el objetivo de estudiar variabilidad para sistema radical en diferentes perfiles del suelo, graficar modelos de raíces, calcular distribución de materia seca en diferentes partes de la planta y estudiar correlaciones fenotípicas en diferentes variables. Para la evaluación del sistema radical de cada genotipo se utilizaron bolsas de polietileno de 90 cm de largo y 30 cm de diametro. Se aplicaron riegos restringidos para obtener mejor desarrollo de sistema radical.

El diseño que se utilizó fué el completamente al azar con dos repeticiones. La parcela del experimento estuvo formado por una bolsa con dos plantas. Después de floración de los genotipos y un crecimiento de 125 días se cortaron el vastago, posteriormente cada bolsa que contenía las raíces fué seccionado en 4 segmentos (0-20,20-40,40-60,60-80cm) lavandose y recuperandose raíces. El vastago de cada tratamiento y las raíces de cada perfil se metieron al horno a 70 grados centigrados durante 48 h tomandose finalmente su peso seco.

El ANVA mostró diferencias altamente significativas para todos las características estudiadas tales como peso fresco y seco de tuberculos, biomasa total, peso fresco de flores, revelando que existe una variabilidad considerable para estas características en los genotípos incluidos.

El rendimiento de tuberculos varió de 33 a 24.1 g por tratamiento y las variedades Russet Burbanck, Boer, Utatlan y Alpha produjeron rendimientos altos. La variedad Boer manifestó mayor cantidad de producción de biomasa total, siguiendole Russet Burbanck, Alpha y Utatlan. Las variedades Norteña, Alpha y Boer produjeron Mayor peso seco de tallos secundarios; mientras que la variedad Gigant expreso mayor peso seco de tallos primarios. La variedad Alpha produjo más peso fresco y seco de área foliar, siguiendole Norteña y Russet Burbanck.

El ANVA mostró diferencias altamente significativas para peso seco de sistema radical en todos los perfiles estudiados tales como 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm y para el total del sistema radical; revelando que existe una gran variabilidad para el crecimiento del sistema radical en diferentes perfiles.

Las variedades Boer (54.9g), Russet Burbanck (54.6g) y Utatlan (48.4 g) fueron sobresalientes en la producción del sistema radical. Todos los genotipos estudiados produjeron

sistema radical hasta 80 cm, excepto las variedades Alpha y Utatlan que solo produjeron a los 60 cm.

Las variedades Boer, Russet Burbank, Atlantic y Gigant mostraron mayor cantidad de sistema radical en los perfiles de 60-80cm de profundidad y también produjeron excelente patron de crecimiento del sistema radical en diferentes perfiles.

Las variedades Boer (14.4%), Russet Burbank (13.3%), Alpha (11.2%) y Utatlan (11.0%) presentaron mayor distribución de materia seca.

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo que manifiesta rendimientos muy elevados que superan a los obtenidos por los cereales, leguminosas y oleaginosas, mostrando resistencia a temperaturas altas y bajas, se puede adaptar a condiciones de temporal. En México se cultivan 51 mil hectáreas de papa bajo temporal y 17 mil bajo condiciones de riego. En el área de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) comprendida entre el estado de Coahuila y Nuevo León se siembran aproximadamente 3 mil hectáreas bajo condiciones de riego. Además existen superficies propicias para siembra de este cultivo bajo condiciones de temporal como lo son el municipio de Arteaga, Parras y General Cepeda Coah. y Galeana N.L. entre otros. Estas áreas frecuentemente se encuentran sujetas a sequía, provocada por una inadecuada cantidad de precipitación durante periodos cortos y largos en diferentes etapas fenológicas del cultivo. La sequía es uno de los factores más limitantes en la producción y caída de grano a nivel mundial.

El sistema radical de la planta juega un papel muy importante en la absorción de agua y nutrientes, por lo tanto es un factor determinante para resistencia a sequía en los cultivos.

Varios investigadores (Donald, 1963; Bertrand, 1965 y Watson, 1968) señalaron que las variedades con un sistema radical más profundo y ramificado absorben mayor cantidad de humedad en el suelo durante períodos de sequía y pueden sobrevivir a los efectos de sequía. Existen diversos métodos para estudiar el sistema radical, tales como: el monólito, los rizotrones, de barrena, en el sitio y minirizotrones, utilizando herbicidas y de radio trazadores a través de los cuales es posible evaluar y graficar los diferentes modelos de raíces. Estos métodos son muy costosos, laboriosos y lentos para tomar datos sobre el sistema radical, por esta razón utilizar las bolsas de polietileno de 90 cm de longitud es más económico y fácil de estudiarlo.

En la literatura publicada sobre papa existe poca información de diferentes modelos del sistema radical. En este estudio se evaluaron 10 genotipos de papa bajo condiciones de invernadero con los siguientes objetivos:

* Estudiar la variabilidad en diferentes características agronómicas y para su sistema radical en papa.

- * Graficar los diferentes modelos de crecimiento de raíces en papa.

- * Identificar el mejor patrón de crecimiento del sistema radical en clones sobresalientes.

- * Calcular la distribución de materia seca en diferentes perfiles de la planta.

- * Estimar correlaciones simples y fenotípicas para sistema radical con otras características agronómicas.

Hipotesis:

- Existe una gran gama de variabilidad para diferentes características agronómicas en papa encontrándose una gran diversidad genética para el crecimiento del sistema radical

REVISION DE LITERATURA

1. Origen e historia

Delgado (1968) menciona que la papa pertenece a la familia de las Solanaceas, existiendo únicamente dos áreas en el mundo donde se encuentran especies silvestres: México y la región de andina. De estas especies la más ampliamente cultivada es la *tuberosum*, y otras como *andigenum* cultivadas sólo en sus lugares de origen.

Smith (1975) menciona que especies distintas de tubérculos *Solanum* se desarrollaron en los Andes, algunas de las cuales se adaptaron en áreas de temperaturas bajas sin sufrir daño alguno, como sucede con algunas variedades comerciales. Dos de éstas son *Solanum ajanhuiri* y *S. Juzepczukii*, siendo la primera un diploide ($2n=24$) y la segunda un triploide ($2n=36$) que contrasta con las cultivadas en Norteamérica y Europa con un tetraploide ($2n=48$). Ninguna de estas fueron utilizadas en programas de producción por lo que son sexualmente estériles y estrictamente plantas de día corto.

Smith (1975) menciona que la más común de las papas es la *Solanum tuberosum*, L. La cual es un tetraploide ($2n=48$) que esta compuesta por las subespecies *tuberosum* y andigena, las cuales son completamente fértiles entre sí. La subespecie andigena es la más ampliamente cultivada en Sudamérica; tiene ojos profundos, es a menudo pigmentada y produce tubérculos bajo condiciones de días cortos, mientras que la subespecie *tuberosum* que se cultiva en el Norte de América y Europa tiende a requerimientos de días largos para su efectiva tuberización.

Talburt y Smith (1975) mencionan que la papa es originaria de América del Sur, específicamente de los Andes de Perú, al arribo de los conquistadores españoles al nuevo mundo, este cultivo es diseminado por todo el sur y centro de América, México y algunas áreas del sur de los Estados Unidos.

Estos autores coinciden con Harris (1978) quien reporta que los conquistadores españoles narran en sus crónicas de una gran cantidad de especies encontradas en América del Sur, específicamente en los Andes del Perú y Bolivia

2.Importancia de la papa a nivel nacional e internacional.

Baenz (1983) Además de su valor como alimento para el hombre, las papas se utilizan como fuente de carbohidratos para la producción de alcoholes y otros productos industriales como fécula, especialmente en Europa; es utilizada también como forraje para alimentación de ganado vacuno, equino y porcino, aunque cabe mencionar que el alto costo por kilogramo impiden realizar este uso.

A nivel mundial, Norte y Centroamérica nacional y local se sembraron 18,133,000; 767,000; 74,000 y 13,792 hectáreas, respectivamente; en cuanto a la producción total se calcularon 288,183,000; 24,008,000 y 1,210,000 toneladas métricas y 440,352 toneladas respectivamente. Los rendimientos obtenidos también fueron de 15,892; 31,318; 16,351 y 35,900 kilogramos por hectárea respectivamente (FAO, 1993 y SOR, 1991).

Maldonado (1982) y Suárez (1986) mencionan que el cultivo de la papa presenta características de gran interés al compararlo con cereales o leguminosas tradicionales, pues lo supera ampliamente en rendimiento, principalmente carbohidratos (calorías), producido por unidad de superficie y calidad, ya que es el cultivo que produce más proteína por hectárea después de la soya. Su proteína es balanceada con alto contenido de lisina, posee y minerales, tales como el

calcio, hierro, magnesio, potasio y cantidades substanciales de vitamina C y riboflavina.

Mendoza (1983) indico que la importancia general del cultivo de la papa radica en su amplio rango de adaptación, mismos que le permiten ser cultivadas donde no podrían ser adaptados cultivos tradicionales como cereales y leguminosas.

Además posee una alta capacidad de producción por unidad de superficie, su alto valor nutritivo que supera el arroz, trigo y maíz (Vender, Zaag y Horton, 1982). Siendo demasiado precoz, con cosechas a partir de 60 a 80 días, resistencia a altas temperaturas, además de adaptarse a condiciones de temporal y riego.

Rangel (1987) hace mención de su importancia a nivel mundial, indicando que el área que se dedica al cultivo de la papa, que es alrededor de 22 millones de hectáreas con una producción media de 13.3 t/ha (M.P.E.A., en 1982). Partiendo de lo anterior se razona que la papa es la planta dicotiledonea más importante como fuente de alimentación humana; ocupando el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo. Siendo que el rendimiento en proteína por unidad de área excede al trigo, arroz y maíz.

Villareal (1984) menciona que en la actualidad se siembran en México alrededor de 51 mil ha bajo condiciones de temporal y 17 mil ha bajo riego con una producción total alrededor de 914 mil toneladas. Lo anterior es sembrado en los estados de Puebla, Veracruz, Estado de México, Michoacán, Tlaxcala, Chihuahua, Sinaloa, Nuevo León, Guanajuato, Sonora, Baja California Norte y Coahuila (Ferroni, 1985).

Aunque la tecnificación de este cultivo en México es relativamente reciente ya se encuentra en muy buen nivel, con producciones que alcanzan las 25-30 t/ha comerciales. En el área de influencia de la UAAAN, misma que comprende municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León, se siembran aproximadamente 3000 ha bajo riego con rendimientos de aproximadamente 30 t/ha.

3. Requerimientos de nutrientes

Almonte (1991) evaluó 18 diferentes clones de papa bajo tres niveles de fertilización en condiciones de riego y temporal. El ANVA indico una considerable variación para la mayoría de las características estudiadas bajo condiciones de riego y temporal. Los siguientes genotipos: Greta, 750489, 750815, Utatlan y Granola fueron identificados como genotipos superiores en cuanto a rendimiento total por parcela

considerando simultáneamente ambos ambientes y en los tres tratamientos de fertilización en comparación con la variedad Alpha.

Almonte (1992) evaluó 18 genotipos de papa en tres diferentes niveles de fertilización: 00-00-00, 60-120-60 y 120-240-120 NPK Kg/ha bajo temporal y riego. La dosis optima de fertilización determinada fueron 120-240-120 y 60-120-60 NPK Kg/ha bajo condiciones de riego y temporal respectivamente para obtener máxima respuesta de tubérculos en papa en las variedades evaluadas.

De la Morena *et al.* (1994) investigaron la relación entre producción de tubérculos y sus componentes en diferentes variedades y dosis de fertilización nitrogenados. La producción de tubérculos en las variedades dependió principalmente en el número de tallos por metro cuadrado, el número de tubérculos por tallo y el peso medio de cada tubérculo; en los tratamientos con más aplicación de Nitrógeno directamente aumentó el peso medio del tubérculo.

Haréis (1978) presenta evidencias que muestran que la máxima acumulación de nutrientes en los tubérculos ocurre a los 128 días después de la siembra, en este momento los tubérculos

contienen el 77%, 80% y 79% respectivamente del total de N, P y K.

El servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (1980) menciona que la composición del suelo, la humedad, las condiciones climáticas, la fertilidad y otros factores, alteran el sistema radicular del cultivo de la papa y que en condiciones óptimas de desarrollo radicular la extracción del agua se verifica en los siguientes estratos: a los 35 cm de profundidad se absorbe el 57%, a los 61 cm el 3%, a los 91.5 cm el 13% y a los 122 cm el 7%.

Lorenz y Maynard (1980) y Fried y Broeshart (1967) citados por Narro y Mendez (1982) mencionan que se ha encontrado que las necesidades del cultivo de la papa alcanzan cantidades aproximadas de 200, 20, 250, 52, 16.3, 10.4 y 0.028 Kg/ha de N, P, K, Ca, Mg, S y Cu respectivamente.

Talavera (1983) menciona que los minerales mas importantes requeridos por el cultivo son N, P, K y Mg, indica que experiencias efectuadas en México han concluido en recomendaciones que fluctúan entre 300 a 320 unidades de

N/ha, de 200 a 280 unidades de P₂O₅/ha, 400 unidades de K/ha, y de 20 a 50 kg/ha de MgO.

Talavera (1983) recomienda que el cultivo de la papa sea sembrado en suelos profundamente arados durante su preparación ya que estos permitirán que las plantas desarrollen un sistema radicular profundo que propiciará un mejor aprovechamiento del agua del subsuelo, esto es de vital importancia al cultivo, pues dentro de los factores que afectan su rendimiento se encuentra la humedad relativa del suelo.

Worthen y Aldrich (1980) consideran que la papa es un cultivo muy exigente en elementos nutritivos. En regiones del Este de los Estados Unidos, los agricultores aplican de 2,200 a 3,300 Kg de fertilizantes por hectárea, lo cual equivale a aplicar por lo menos 110 Kg de nitrógeno, 220 Kg de P₂O₅ y otros tantos de K₂O cada año. En el medio oeste las dosis son más reducidas y en regiones orientales es necesario hacer aplicaciones de magnesio, además de nitrógeno, fósforo y potasio, realizándose esta de acuerdo a las siguiente recomendación: utilizando fertilizante que contenga por lo menos 18 Kg de Mg. Soluble al agua por tonelada.

4.Preparación del terreno.

Según Delorit y Ahlgren (1976) mencionan que el cultivo de la papa se desarrolla bien cuando se siembra en una cama profunda, suave y bien preparada, la buena preparación de la cama asegura una buena población. En general, se practica un buen barbecho profundo comúnmente de 25 a 30 cm, el barbecho de otoño se realiza en suelos pesados o cuando se entierran abonos verdes y el de primavera semanas antes de la siembra.

5.Epoca de siembra

En la región de Navidad, N.L., las fechas más recomendables para la siembra van desde el 15 de marzo hasta el 30 de abril, aunque en algunas ocasiones, por diversas causas, se puede retrasar esta fecha, llegando a sembrarse en algunos casos hasta en el mes de junio.

6.Densidad de siembra

Becerra (1969) menciona que a bajas densidades se obtiene mayor cantidad de tubérculo comercial. Para lograr la máxima producción de tubérculo de tamaño comercial, al utilizarse "Semilla" tamaño mediano o grande, la siembra debe hacerse a una distancia de 30 cm entre tubérculos y al usar semilla

chica o grande partida, es más conveniente la distancia de 15 cm.

Juins y Milthorpe (1963) mencionan que la densidad de siembra que deba establecerse sobre una superficie, es un aspecto de vital importancia en cuanto a la calidad y el rendimiento del tubérculo, ya que si ésta es muy alta, la competencia entre plantas por agua, luz y nutrientes será grande y por lo tanto, se presentarán deficiencias en el desarrollo de la planta. Por el contrario, si la densidad de siembra es baja, se estará desperdiciando espacio, pudiéndose lograr una buena calidad del tubérculo más no una alta producción.

7. Metodo de siembra

Fabiani (1967) indica que la siembra de la papa puede hacerse con tubérculos enteros o con tubérculos cortados e inclusive con pequeños fragmentos. Los tubérculos enteros pueden ser de cualquier tamaño, pero por razones económicas, es conveniente el uso de tubérculos que sean de 50 a 80 gr de peso. Una reducción considerable en los costos de producción es el de utilizar tubérculos cortados. La siembra puede realizarse manualmente o con una sembradora mecánica de capas,

en surcos de 90 cm de separación y una distancia entre planta y planta de 30 cm.

8. Importancia del riego.

Molinari (1991) evaluó seis clones con alpha como testigo en el campo, bajo condiciones de riego reportando: que el análisis de varianza indicó diferencias significativas para el rendimiento por planta, altura de planta y tallos secundarios, indicando que existe una variabilidad considerable para estas características en los genotipos estudiados, pero no se encontró diferencias significativas para tallos primarios. La variedad alpha produjo máximo rendimiento (17.5 kg/parcela) y obtuvo máximo promedio en comparación con los diferentes clones, para tallos secundarios los que obtuvieron máximo rendimiento fueron los clones AHD 69-1 con rendimiento de 8.1, Premier con 7.0, 75-6-42 con 6.6, siendo el promedio de tallos secundarios de 6.4, las líneas que mostraron menor rendimiento son: 75-9-36, Palpa, 75-9-65 y 75-6-28 con rendimientos de 5.5, 5.7, 5.7 y 6.3 kg./parcela respectivamente.

Stockton (1962) menciona que el agua de riego juega un papel muy importante en la producción de tubérculos de papa. La irrigación debe proporcionar continuidad lo más probable posible al tiempo de cosecha. El riego suspendido 21 días antes de la cosecha produjo un 20% de reducción en el rendimiento en comparación con el riego a 7 días anteriores a la cosecha.

Rubio (1991) realizó estudios en relación con luz y temperatura sobre la producción de tubérculos en papa. El indicó que con días cortos y bajas temperaturas generalmente se estimula la incidencia de tuberización, mientras que días largos y altas temperaturas restringe la formación de tubérculos. En papa es mejor tener días cortos y temperaturas bajas; temperaturas altas inciden la tuberización más temprano, bajo condiciones de días cortos en comparación de días largos.

Trout et al. (1994) estudiaron diferentes tratamientos de riego sobre el cultivo de papa. Entre los diferentes métodos de riego no se afectó el rendimiento de tubérculos. La forma de irrigación por aspersión manifestó alta calidad de tubérculos y redujo el estrés de agua, proporcionando un

mejor manejo de nitrógeno y además reduciendo las temperaturas en el suelo.

9. Plagas y enfermedades

El cultivo de la papa está expuesta a ser dañada por insectos y enfermedades principalmente, la mayor parte de estas, pueden ocasionar daños considerables si no se les controla oportunamente, por fortuna, algunas prácticas como la desinfección de semilla, uso de semillas certificadas y rotación de cultivos logran disminuir su incidencia.

García (1974) menciona que las enfermedades de la papa reportadas en la República Mexicana son las siguientes:

<i>Actinocyces scabies</i>	roña
<i>Alternaria solani</i>	tizón temprano
<i>Corynebacterium sepedonicum</i>	podredumbre anular
<i>Erysiphe polygoni</i>	cenicilla pulverulenta
<i>Erwinia atroseptica</i>	podredumbre suave del fruto
<i>Fusarium axysporium</i>	marchitez
<i>Meloidogyne sp.</i>	Nemátodo de la raíz
<i>Phytophthora infestans</i>	tizón tardío
<i>Pellicularia filamentosa</i>	podredumbre de la raíz

<i>Peronospora infestans</i>	cenicilla vellosa
<i>Rhizoctonia solani</i>	podrición de la raíz
<i>Rhizopus nigricans</i>	podrición del tubérculo

Los síntomas característicos que presenta una planta enferma son: decoloración, malformación y pérdida de hojas, con la cual la producción del tubérculo puede reducirse hasta un 85% ó bien, la planta puede morir antes de producir, a continuación se describen algunas considero son las más importantes.

Tizón temprano (*Alternaria solani*), la cual presenta sus síntomas más característicos sobre las hojas, siendo estas manchas oscuras, con anillos circulares o alargados, pero casi concéntricos, que al unirse producen lesiones mayores. El control puede realizarse utilizando los siguientes fungicidas: Manzate D80% (2-3 kg./ha), Dithane M.C. (1-2 kg./ha), Cupramix (2-4 Kg./ha) y Dyrene 50% PH (2-4 kg./ha), los cuales deben aplicarse al observar los primeros síntomas, realizando aplicaciones semanalmente o dos veces por semana cuando las precipitaciones pluviales son más frecuentes.

Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), los síntomas se manifiestan que las primeras hojas, por manchas húmedas de

color verde pálido, que rápidamente se tornan negras. Si la humedad es elevada, se observa un margen verde pálido alrededor del área muerta y en ella una especie de polvillo blanco. En estado más avanzado, en el tubérculo se observan manchas grises, además se percibe un olor característico del moho. La forma de prevenir el ataque de este virus es haciendo aplicaciones similares a las del Tizón Temprano.

Enrollamiento de hojas (*Coruim solani*) la cual se trasmite vegetativamente a través del tubérculos infectados o por la saliva contaminada de sus vectores, los pulgones. Los síntomas aparecen a los 10 ó 20 días después de que emergieron las plantas, cuando las hojas se enrollan, se quiebran y caen fácilmente. La manera de evitarla es utilizando semilla sana certificada y combatir los pulgones vectores del virus con tamaron 600.

Mecalf y Flint (1975) consideran entre los insectos mas importantes son los siguientes: chicharritas, chinches, pulgones, catarinitas, gallina ciega, gusanos de alambre, palomilla de la papa y mosca de la semilla del maíz atacando a los tubérculos bajo la tierra.

10. Correlaciones

AI-Jibori et al, (1958) mencionados por Yassin (1973) y Kuruvadi (1986) las correlaciones son una herramienta estadística que ayuda a determinar el grado de asociación entre características de una población variante, es decir, indica como dos características varían en forma conjunta a través del coeficiente de correlación (r). La naturaleza de dicha asociación puede estar determinada por grupos de ligamiento y pleitropia; es ligamiento es originado por pares de genes que tienden a heredarse en forma conjunta, siendo necesarios programas especiales de mejoramiento para romper tales ligamientos. Mientras que la pleitropia se define como los efectos múltiples que un sólo gen tiene sobre diferentes características, por lo que si existe alguna correlación negativa con este origen, se haría muy difícil obtener las combinaciones deseables.

Almonte (1991) estudió correlaciones simples y fenotípicas evaluando 18 genotipos de papa bajo riego y temporal. Bajo riego se encontraron correlaciones positivas y significativas del rendimiento total por parcela con el rendimiento comercial por parcela y cobertura, mientras que bajo temporal existieron correlaciones positivas y significativas del rendimiento total por parcela con el

rendimiento comercial por parcela, tubérculos comerciales por planta y altura de planta.

Golets (1984) menciona que las correlaciones que envuelven el rendimiento, como contenido de almidón y número de tubérculos, encontró una correlación positiva entre número de tubérculos y peso de tubérculos en todas las poblaciones evaluadas, y manifestando una correlación muy cerrada entre rendimiento y el contenido de almidón.

Kuruvadi et al (1991) encontraron correlaciones positivas y significativas entre rendimiento total por parcela con las siguientes características: rendimiento comercial por parcela ($r=0.905$), tubérculos comerciales por planta ($r=0.720$), cobertura de planta ($r=0.567$), tallo por planta ($r=0.514$) y altura ($r=0.567$). También se detectaron asociaciones positivas y significativas entre rendimiento comercial por planta con tubérculos comerciales por planta. El rendimiento es determinado por los tubérculos los cuales no pueden detectarse visualmente por crecer bajo el suelo, por lo que, el fitomejorador debe utilizar características visibles como selección indirecta, para obtener genotipos superiores en rendimiento. En este estudio las características tallos por planta y cobertura de planta pueden detectarse fácil y

visiblemente por lo que, el fitomejorador pueden utilizarlas en forma indirecta para seleccionar genotipos sobresalientes para rendimiento total. Se detectó una asociación interesante entre número de tubérculos por planta con tallos por planta.

Pinto et al (1982) evaluaron 10 variedades de papa con el motivo de estudiar correlaciones fenotípicas y genotípicas y estudiar coeficiente de análisis de sendero. Los siguientes caracteres: altura, número de tallos, número y peso de tubérculos por planta mostraron una correlación significativa con el rendimiento total.

Roztropowicz (1984) encontró considerables diferencias en la proporción de formación de raíces de variedades de papa, donde la longitud del período de brotación fué directamente proporcional al número de raíces por vástago en todas las variedades.

Torres (1974) en una muestra de cinco variedades mejoradas de papa, realizó la estimación de las varianzas y las covarianzas genotípicas de diez caracteres de planta y tubérculos para la estimación de correlaciones genéticas y construcción de índices de selección para peso de tubérculo por planta, presentándose una alta correlación genotípica

entre el peso del tubérculo y el número de ramas y en un grado menor con el número de hojas con el ancho del foliolo terminal, lo cual indica que los caracteres pueden servir como indicadores de la potencialidad genética del rendimiento.

Torres et al (1974) evaluaron 5 variedades mejoradas de papa con el objetivo de estudiar correlaciones genéticas e índices de selección. Se encontraron correlaciones positivas entre peso de tubérculo por planta con el número de ramas, número de hojas, ancho del foliolo terminal y número de tubérculos; estos autores mencionaron que la selección para rendimiento de tubérculos por el método de índice de selección fué más efectivo que selección directa por el método convencional en el campo.

Zadina (1984) encontró asociación fenotípica entre número y peso de los tubérculos por planta siendo estos positivos y altamente significativos.

11. La raíz

Aime, citado por Herning (1972) trabajando a diferentes profundidades (15, 40 y 75 cm) de preparación del suelo y con tres variedades de papa, encontró que a mayor

penetración de los implementos de labranza se lograba obtener los mejores resultados.

Balderas (1990) obtuvo mayor densidad de raíces en el cultivo de frijol con aplicación de 12 kg/ha de fertilizante enraizador.

Baukema y Van der Zaag (1979) mencionan que generalmente las raíces de las plantas de papa rara vez son profundas (no profundizan a más de 40-50 cm).

Belzakov (1968) indica que existe una estrecha relación entre el crecimiento del sistema radical y la producción de grano temporal.

Diversos investigadores (Bertrand, 1965; Donald, 1963; Glimeroth, 1952; Singh, 1952; Watson, 1968 y Weatherly, 1965) indicaron que las plantas con raíces profundas en plantas adultas muestran poseer un mecanismo de evasión a sequía en comparación con plantas de raíces menos profundas. Generalmente cuando la anchura, profundidad y ramificación del sistema radical se incrementa, decrece el déficit de agua y nutrimentos en la planta.

Delgado (1987) menciona que las auxinas ácido indobutirico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA) mezcladas en dosis de 100 y 200 ppm respectivamente, en tratamiento a los tubérculos un día antes de la siembra, incrementaron la densidad y longitud de raíces de papa.

Espinoza y Narro (1989) mencionan que existió un incremento del 30 por ciento del sistema radical del cultivo de papa con la aplicación de 5ppm de auxinas.

Hurd (1964) y Kuruvadi (1987) señalaron que el sistema radical puede ser medido en cuatro diferentes formas: longitud, volumen, peso seco y densidad que la raíz ocupa en el suelo. Generalmente la longitud de raíces es considerada como un buen indicador de la actividad de éstas en diferentes estratos, pero el volumen y el peso seco no lo son, sin embargo, estas dos características tienen una alta, positiva y consistente correlación con la longitud de tal sistema.

Hurd (1974) indica que en trigo, un sistema radical extenso está asociado con resistencia a sequía, y que la selección para alto rendimiento bajo condiciones de deficit de agua, selecciona un sistema de raíces más grande.

Iwama et al (1981) mencionan que al probar algunas variedades (Prielulshiranni, Norin, Shiretoko y Danshakuimo) en diferentes localidades (suelos aluviales, arcilloso limoso y suelos volcánicos arcillo arenoso), encontró una correlación altamente significativa entre el peso seco máximo de raíces y el índice de área foliar durante la época de crecimiento ($r=0.095^{**}$) y el rendimiento del tubérculo se incrementó proporcionalmente al incrementarse el peso de la raíz, debido a que a mayor peso seco de la raíz disminuyó la senescencia de la hoja durante el período de la etapa de floración inicial a la etapa de amarillamiento de la hoja prolongando así el llenado del tubérculo.

Iwama (1981) Informo que los numerosos y detallados estudios sobre las partes aéreas de las plantas de papa se han efectuado para clarificar su productividad, pero el papel del sistema radical en el crecimiento ha permanecido sin esclarecerse.

Kratzke y Palta (1986) mencionan que diferentes trabajos han mostrado que existen diferentes tipos de raíces que proporcionan agua a las plantas de papa como las basales y las raíces de la juntura del estolón-tallo, que proveen principalmente de agua a la parte vegetativa. Pequeñas raíces

en crecimiento de los estolones y los tubérculos, que suministran el agua a los tubérculos.

Kuruvadi (1986) reportó que el sistema radical de la planta está directamente relacionado con la absorción de agua y nutrimentos y es un factor determinante para la resistencia a sequía en los cultivos. Los genotipos con un sistema radical más profundo y ramificado absorben mayor cantidad de agua durante los periodos de deficiencia y pueden sobrevivir a la sequía.

Kuruvadi y Smith (1986) evaluaron 14 genotipos de trigo duro en rizotrones en la cama de crecimiento con el objetivo de identificar mejor módulos de crecimiento de sistema radical. El ANVA indicó diferencias altamente significativas para la masa total de raíces en diferentes perfiles del suelo. Los genotipos con mayor número de raíces en el perfil de 60-120 cm fueron Pelissier, Wascana, 7268-94-A, 7561-FK2C, Lakota y 7262-67B5.

Kuruvadi (1987) señala que más de la mitad del cuerpo de las plantas y árboles es invisible, y esta porción llamada sistema radical, se extiende debajo del suelo. La principal función del sistema radical es fijar la planta en el suelo

sosteniendo su porción aérea y absorber el agua y nutrimentos. El sistema radical de la planta es frecuentemente distinto en su forma, estructura y crecimiento, como cualquier característica morfológica de la planta. Los componentes del sistema radical, como crecimiento vertical y horizontal, tasa de penetración, número de pilorrizos y raicillas y modelos de la raíz, dependen de la especie y constitución genética de ésta, y pueden ser modificados por varios factores del suelo y medio ambiente.

Kuruvadi y Aguilera (1990) evaluaron diferentes patrones de crecimiento de sistema radical en 20 genotipos de frijol común en bolsas de polietileno negro. Se encontraron que 17 genotipos produjeron sistema radical dentro de los cinco perfiles estudiados. Las variedades Fe-33-RB, Negro Jamapa, Negro Huasteco y Fe-30-RB, presentaron alta proporción de raíces en el perfil más profundo de 81 a 100 cm y también mostraron los mejores modelos. Estas características pueden contribuir a un mayor abastecimiento de humedad durante el tiempo de floración a madurez fisiológica y proporcionar a la planta un mecanismo de evasión de sequía.

Kuruvadi (1990) evaluaron 20 genotipos de frijol bajo condiciones de invernadero reportando que el peso seco del sistema radical fué altamente correlacionada con vainas por plantas, peso seco del vástago y días a madurez fisiológica.

Kuruvadi et al. (1991) evaluaron 15 clones de papa bajo condiciones de temporal, y el rendimiento de tubérculos varió entre 6,898 a 1,852 kg./ha con un promedio de 13,321 kg. y los clones 750489, Atzimba, Greta, 750815 y Utatlan manifestaron rendimientos altos total y comercial bajo condiciones de déficit de agua. Los clones López, Atzimba, Greta, 759815 y Russet burbanck presentaron mejor número de tubérculos por planta. Se detectaron asociaciones positivas y significativas entre rendimiento total con rendimiento comercial de tubérculos por planta, altura, cobertura y tallos por planta.

Loskutov (1984) en investigaciones sobre el sistema radical primario en trigo, haciendo evaluaciones a las tres semanas de la siembra, encontró diferencias en el porcentaje del sistema radical entre variedades así como también en la capacidad de penetración y profundidad teniendo una correlación alta y positiva con el rendimiento ($r=0.53$), las variedades con mayor porcentaje fueron Janectzkis Probat

(6.8), Pika (6.3) y Leningradka (6.2), siendo también Janctzkis Probat la que más rindió en el campo (341 g/m²).

Nour y Weibel (1978) reportan en sorgo para grano, que el peso de la raíz mostró ser la característica más indicativa y más fácil de determinar, cuando se trata de identificar líneas resistentes a sequía.

Prieto y Narro (1990) mencionan que hubo un incremento en la densidad de raíces de papa con aplicación de 16 kg/ha de fertilizante enraizador.

Ruiz et al (1983) indicaron que la raíz es el órgano de las plantas cormofitas que primero se forma en el desarrollo del embrión; para ello rompe las envolturas de la semilla y crece dirigiéndose hacia el centro de la tierra. Carece de yemas, hojas y estomas, y en su extremidad posee una capa protectora llamada cofia. Fija la planta al suelo, del que absorbe parte de las sustancias (agua y sales minerales) con las que elaborara sus propios alimentos.

Stoffella (1979) sugieren que un genotipo con mayor biomasa radical puede ser importante para resistencia al acame en frijol negro.

Talavera (1993) recomienda que el cultivo de la papa sea sembrado en suelos profundamente arados durante su preparación, ya que estos permitirán que las plantas desarrollen un sistema radical profundo que propiciará un mejor aprovechamiento del agua del subsuelo, esto es de vital importancia al cultivo, pues dentro de los factores que afectan su rendimiento se encuentra la humedad relativa y del suelo.

Tamaro (1974) menciona que la raíz tiene cuatro funciones esenciales que son: la respiración, la fijación, la destiñon que consiste en hacer solubles los materiales inertes del suelo por medios de jugos ácidos y la absorción de los materiales ya digeridos

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevo acabo en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila; durante los meses de marzo a julio de 1996.

Se incluyeron 10 clones de papa (Nortaña, Alpha, Boer, Utatlan, UAAAN-1 Agrias, Russet Bourbank, López, Gigant y Aatlantic), representando una amplia gama de variabilidad genética para diferentes características agronómicas tales como: rendimiento, tamaño, color, forma, color de pulpa, altura de planta, fecha de floración, cobertura, resistencia a enfermedades y plagas.

Cabe mencionar que la mayoría de los productores de papa en esta región estan sembrando las variedades Alpha, atlantic y gigant etc. comercialmente por su alta producción de tubérculos por hectárea, su calidad industrial y para su comercio fresco. Las variedades Alpha y Atlantic se utilizaron como testigos para comparar comportamiento de los genotipos.

El sistema radical y otras características de los genotipos se evaluaron en el invernadero con temperatura, luz y humedad no controlada. Las temperaturas fluctuaron entre

15 a 32 °C durante el cultivo. Para la evaluación del sistema radical de cada genótipo se utilizaron bolsas de polietileno negro de 90 cm de longitud por 30 cm de diametro. La función del color obscuro de las bolsas es la de evitar que la luz ambiental perturbe el desarrollo y crecimiento de raíces. Las bolsas se llenaron con suelo previamente cribado, es decir sin residuos de materia organica visible y fumigado con Bromuro de Metilo. El suelo se colocó dentro de cada bolsa, compactandolo cada 10 cm hasta lograr una altura de 80 cm dejando 10 cm libres para la aplicación del riego.

Se aplicó un riego de 20 l de agua por bolsa antes de la siembra. Se seleccionaron tuberculos del mismo tamaño para la siembra. Los tuberculos de diez variedades fueron tratadas al momento de la siembra con agrimicin-100, Tecto-60 y Curater-500, como una medida de prevenir para las diferentes plagas y enfermedades que pudiesen tener los tuberculos o el suelo.

La siembra fué realizada el día 6 de Marzo de 1996, con cuatro tuberculos por bolsa y una bolsa por repetición. Una vez establecidas las plantulas se seleccionaron las dos más vigorosas para su estudio y el resto fueron eliminadas.

El diseño del experimento que se utilizo fué el completamente alazar con dos repeticiones. La parcela experimental estuvo formada por una bolsa con dos plantas. Se utilizaron un total de 20 bolsas de polietileno en el

experimento. Después de siembra se aplicaron seis riegos con un total de 97 l de agua. El primero fué el día 23 de marzo con 20 l por bolsa, el día 15 de abril, aplicando 16 l, el 3 de mayo 15 l por bolsa, 18 de mayo con 7 l por bolsa, 27 de mayo 25 l por bolsa, 31 de mayo con 14 l por bolsa; para que las plantas no sufrieran déficit hídrico y también para obtener mejor crecimiento de las plantas y su sistema radical.

Normalmente en el cultivo de papa se aplican un total de 18-20 riegos en el campo para obtener rendimientos sobresalientes, pero en este experimento se aplicaron riegos restringidos con un total de seis riegos para estimular mejor crecimiento del sistema radical de los genotipos utilizados.

Se aplicaron fertilizantes nitrogenados (Urea), en una cantidad de 25 g por bolsa el día 3 de mayo y el 18 de mayo.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron aplicaciones continuas de fungicidas con un intervalo de 8 a 10 días para prevenir y controlar al tizón temprano (*Alternaria solani*) y del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con Ridomil bravo a una dosis de 1.5 kg/ha y Manzate 200 como preventivo, Florex y Bionex como adherente, fueron aplicados con bomba de mochila.

Después de floración de todos los genotipos (125 días después de la siembra) se cortaron al ras del suelo la parte aérea de cada tratamiento, tomándose el peso fresco.

Posteriormente se colocaron al horno a una temperatura de 70°C durante 48 h determinandose así su peso seco.

El suelo de cada bolsa que contenía las raíces fue seccionado en cuatro segmentos (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm), es decir 20 cm de longitud. Cada segmento fue cribado en seco utilizando dos mallas de 2 cm y 1 mm de diámetro, eliminandose residuos del suelo. Luego se lavaron las raíces con agua suavemente y se recuperó el total del sistema radical de cada estrato de los genotipos. El sistema radical de cada tratamiento se colocó en charolas de papel aluminio y se metieron al horno por 48 hr. a una temperatura de 70°C. Se pesaron en una balanza analítica para determinar el peso seco de la raíz de cada segmento por separado.

Los modelos de raíces de los genotipos se graficaron en base a la masa seca del sistema radical recuperado en cada segmento. El ancho de la barra representa el peso seco de las raíces de cada perfil.

Se tomaron datos sobre las siguientes características durante el desarrollo del cultivo en el invernadero.

Rendimiento: se cosechó rendimiento de tubérculos producidos por dos plantas. Se tomó su peso fresco después, se puso al horno por 48 h a 70°C y se tomó su peso seco.

Tallos primarios: todos los tallos primarios producidos y desarrollados de las semillas de cada bolsa se cortaron tomándose su peso fresco y seco explicado anteriormente.

Tallo secundario: se cortaron todos los tallos que dependen de los primarios, se tomó peso fresco y seco.

En este estudio se determinaron la distribución de fotosintatos o materia seca de diferentes partes de la planta tales como: hojas, flores, tallo primario, tallo secundario, tuberculos y sistema radical individualmente de cada tratamiento, y el total de 10 genotipos para graficar su distribución e identificar genótipos eficientes en la tasa de fotosíntesis y su translocación.

Los promedios de cada característica se utilizaron para calcular análisis de varianza, distribución de materia seca en cada parte de la planta y correlaciones simples y fenotípicas de diferentes características en papa.

El análisis de varianza se realizó bajo el siguiente modelo estadístico:

FV	gl	Sc	CM	Fc
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$\frac{Sc \text{ trats.}}{t-1}$	$\frac{CM \text{ trats.}}{CM \text{ error}}$
Error	t(r-1)	Sc total - Sc trats	$\frac{Sc \text{ error}}{t(r-1)}$	
Total	rt-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

Formula del coeficiente de variación

$$C.V. = \sqrt{\frac{CMEE}{X}} \times 100$$

donde: CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Media general

Fórmula para las pruebas de comparación de medias de DMS:

$$DMS = t_{\alpha} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2(CMEE)}{r}}$$

donde:

$t_{\alpha} \cdot 2$ = valor de tablas de T con los grados de libertad del error.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

r = número de repeticiones

Las correlaciones fenotípicas se calcularon por medio de la siguiente formula:

$$r_f = \frac{Cov_{x,y}}{\sqrt{\sigma^2_{fx} \cdot \sigma^2_{fy}}}$$

Donde:

r_f = correlación fenotípica.

$Cov_{x,y}$ = producto de los cuadrados medios de las variables x,

y.

σ^2_{fx} = varianza fenotípica de la variable x

σ^2_{fy} = varianza fenotípica de la variable y.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa se presenta en el cuadro 1. El análisis de varianza indicó diferencias significativas para diferentes características agronómicas tales como: peso fresco y seco de tuberculos, biomasa total, peso fresco y seco de tallo primario y flores, revelando que existe una variabilidad considerable para estas características entre los genotipos incluidos. Por lo tanto, hay posibilidades de mejorar este cultivo através de simple selección. Varios investigadores (Kuruvadi, 1991; Kuruvadi et al. 1993 y Almonte, 1991.) encontraron una gran gama de variabilidad para estas características en diferentes genótipos en papa bajo condiciones de riego y alta dosis de fertilización.

El coeficiente de variación (CV) varió entre 11.7 a 42.1 % para diferentes rasgos estudiados. Este mismo registró valores aceptables para las siguientes características: biomasa total (11.9%), peso fresco de hojas (19.8%), peso seco de tallo primario (11.7%), peso seco de tallo secundario

Cuadro No. 1: Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa.

Fuente de variación	Cuadros medios												
	G.L.	P. fresco tuberculos	P. seco tuberculos	P. total	Biomasa	P. fresco hojas	P. seco hojas	P. fresco t. primario	P. seco t. primario	P. fresco t. secundario	P. seco t. secundario	P. fresco flores	P. seco flores
Tratamientos	9	13,476.5**	4,099.3**	7334.4**	2,005.8	143.1	15,134.3*	280.7**	1,335.2	27.3	49.8**	8.6*	
Error	10	1,500.3	441.0	777.5	664.4	137.1	4,667.8	23.3	1,520.8	35.1	4.2	1.9	
Total	19	136,291.5	41,304.0	73785.0	24,696.8	2,659.2	182,886.0	2,760.0	27,224.6	596.3	490.4	96.5	
P.V. %		31.1	33.6	11.9	19.8	22.8	42.1	11.7	37.7	17.0	18.6	26.5	

* Significancia al 5%

* Altamente significativo al 1%

.V= Coeficiente de variación

P.= Peso

(17.0%) y peso fresco de flores (18.6%). Mientras que las siguientes características; peso fresco y seco de tuberculos, peso seco de hojas, peso fresco de tallos primarios y secundarios y peso seco de flores manifestaron valores de (CV) entre 22.8 y 42.1% considerandose como valores muy altos.

Los razonamientos para valores altos de CV son: no tener control de humedad, temperatura y luz durante dia y noche en el invernadero, tamaño de muestras pequeñas, diferencias en el crecimiento de los genotipos, interacción entre genotipo con medio ambiente.

Almonte (1991) reportó valores altos de coeficiente de variación entre 25.5 a 40.9% para las características rendimiento comercial por planta, por parcela, tuberculos por planta y tuberculos comerciales por planta en papa en el campo.

Los promedios para diferentes características agronómicas en variedades de papa se presentan en el cuadro 2. El rendimiento es una característica muy compleja con baja heredabilidad que esta controlada por la constitución genética del nucleo y de citogenes, además de la interacción genotipo-medio ambiente (Kuruvadi y Cortinas, 1987).

El rendimiento del tuberculo vario de 35.3 a 241.4 g por tratamiento. La variedad Russet Burbank registro 241.4 g por tratamiento siendo esta la maxima entre los genotipos,

Cuadro 2. Promedios para diferentes características agronómicas en papa.

Genotipo	P. fresco tuberculos		P. seco tuberculos		P. fresco Biomasa/pta. hojas		P. seco hojas		P. fresco T. primario		P. seco T. primario		P. fresco T. secundario		P. seco T. secundario		P. fresco flores		P. seco flores	
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
Norteña	132.2 BC	65.4 CD	121.5 CD	159.0 AB	55.7 AB	298.8 A	42.2 BC	138.5 A	39.1 A	16.2 A	6.2 ABC									
UAMAN-1	74.0 CD	25.6 D	99.3 DE	139.5 AB	50.0 AB	229.0 AB	48.0 B	111.9 A	34.5 A	11.0 BC	4.9 BC									
Russet Burbank	241.4 A	119.9 AB	155.5 AB	158.7 AB	56.4 AB	146.1 BC	40.5 BCD	110.6 A	35.2 A	10.9 BC	5.1 BC									
Atlantic	35.3 D	21.4 D	81.8 E	78.9 C	40.3 B	54.8 C	30.3 D	48.9 A	29.4 A	4.6 DE	3.2 CD									
Lopez	40.4 D	23.6 D	83.2 E	132.3 ABC	48.1 AB	117.2 BC	34.7 CD	109.0 A	34.2 A	12.2 BC	6.2 ABC									
Utatlan	196.3 AB	101.9 ABC	129.3 BCD	112.9 BC	41.3 AB	63.2 C	31.7 CD	72.3 A	30.9 A	8.2 CD	4.7 BC									
Gigant	70.4 CD	27.9 D	112.0 CDE	109.3 BC	46.4 AB	301.4 A	71.6 A	121.9 A	34.1 A	11.5 BC	5.0 BC									
Agrisa	47.3 CD	20.6 D	87.5 E	107.7 BC	47.9 AB	129.6 BC	37.5 BCD	97.9 A	31.5 A	1.8 E	0.7 D									
Alpha	167.6 AB	81.9 BC	131.4 BC	186.1 A	66.8 A	139.9 BC	39.0 BCD	120.9 A	36.9 A	13.9 AB	7.1 AB									
Boer	240.5 A	138.0 A	169.5 A	112.9 BC	60.7 AB	141.3 BC	36.7 CD	102.2 A	41.3 A	17.8 A	8.3 A									
Promedio	124.5	62.6	117.1	129.7	51.3	162.1	41.2	103.4	36.6	10.9	5.1									
DMS 5 %	86.3	46.7	62.1	57.4	26.0	152.2	10.7	86.9	13.2	4.5	3.0									

P= peso por tratamiento

siguiendole Boer con 240.5 g, Utatlan con 196.3 g y Alpha con 167.6 g.

Kuruvadi *et al.* (1981) evaluaron 20 líneas del banco de germoplasma de papa bajo condiciones de riego y reportaron que la variedad Boer registró primer nivel en la producción de tubérculos, siguiendole Russet Burbank y Utatlan.

La producción total de la biomasa es el producto de fotosíntesis de los genotipos de germinación hasta cosecha de la planta. En este estudio el total de biomasa de los tratamientos esta constituida por las hojas, flores, tallos primario y secundarios, sistema radical y tubérculos.

La variedad Boer manifestó máxima cantidad de producción de biomasa por planta con 169.5 g, siguiendole Russet Burbank con 155.5 g siendo estas dos estadísticamente iguales. La variedad alpha con 131.4 g y la variedad Utatlan con 129.3 g formaron el segundo grupo siendo también estadísticamente iguales. Estos cuatro genotipos mostraron mayor eficiencia fotosintética entre los genotipos estudiados (Cuadro 3). Considerando los datos anteriores se identificaron cuatro genotipos: Boer, Alpha, Russet Burbank y Utatlan con mayor producción del rendimiento de tubérculos y producción de biomasa simultáneamente.

Cuadro 3. Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta en diez clones de papa.

Genotipo	Hojas (g)	Tallo primario (g)	Tallo secundario (g)	Flores (g)	Tuberculos (g)	Raíz (g)	Total (g)
Boer	60.7	36.7	41.3	8.3	138.0	54.9	339.5
Russet Burbank	56.4	40.5	35.2	5.1	119.9	54.6	311.5
Alpha	66.8	39.0	36.9	7.1	81.9	31.3	262.7
Utatlan	41.3	31.7	30.9	4.7	101.9	48.4	258.5
Norteña	55.7	42.2	39.1	6.2	65.4	33.7	242.1
Gigant	46.4	71.6	34.1	5.0	27.9	38.7	223.7
UMANN-1	50.0	48.0	34.4	4.9	25.6	35.7	198.6
Agrías	47.9	37.5	31.5	0.7	20.6	37.1	175.1
Lopez	48.1	34.7	34.2	6.2	23.6	20.0	166.3
Atlantic	40.3	30.3	29.4	3.2	21.4	39.3	163.6

El rendimiento puede aumentar a través de los componentes de rendimiento. Los componentes de rendimiento poseen un alto porcentaje de heredabilidad y poca interacción de genotipo con medio ambiente. Por consiguiente, la selección por los componentes del rendimiento es fácil y factible que el rendimiento total de los genotipos (Kuruvadi y cortinas 1987).

En papa los componentes de rendimiento son: el número de tubérculos por planta, tamaño de tubérculos y peso del mismo. Los tallos primarios y secundarios, altura, cobertura y área del follaje, contribuyen indirectamente al rendimiento.

En este estudio se evaluaron tallos primarios y secundarios, peso de hojas, flores, tubérculos y sistema radical. Smith (1976) concluye que el número de tallos primarios y secundarios es una característica muy importante en la contribución del número, tamaño y peso de los tubérculos.

El peso de tallos primarios varió entre 30.3 g (Atlantic) y 71.6 (Gigant). La variedad Gigant expresó mayor peso fresco y seco de tallos (150.7 y 35.8 g por planta) siendo esta superior a las restantes variedades estudiadas. Las variedades Norteña y UAAAN-1 también manifestaron mayor producción de peso fresco y seco de tallos primarios. Las variedades Norteña, Alpha y Boer produjeron mayor peso seco de tallos secundarios. Generalmente las variedades con mayor número de

tallos primarios y secundarios manifestaron mayor rendimiento de tubérculos.

El número de hojas y su área del follaje es básicamente muy importante en la producción de fotosintatos para aumentar la producción de tubérculos. La variedad Alpha produjo más peso seco y fresco (93.1 y 33.4 g por planta) siguiéndole Norteña (79.5 y 27.9 g por planta) y Russet Burbank. (79.4 y 28.2 g por planta) y fueron los tres mejores genotipos entre los estudiados.

Los tallos primarios son muy importantes para determinación de rendimiento indirectamente. La variedad Gigant manifestó mayor peso seco de tallos primarios (71.6 g) y para el tallo secundario en Norteña fue el mejor (39.1 g). Las variedades Gigant, Norteña, UAAAN-1 y Russet Burbank expresaron mayor peso seco de tallos primarios y secundarios.

La variedad Boer presentó mayor peso seco de flores con 8.3 g, siguiéndole Alpha, Lopez y Norteña.

El Análisis de varianza (ANVA) para peso seco del sistema radical en diferentes perfiles del suelo se presentan en el cuadro 4. El ANVA mostró diferencias altamente significativas para el peso seco del sistema radical en todos los perfiles estudiados tales como 0-20, 20-40, 40-60 y 60-80, 0-40, 0-60 y 0-80 cm, revelando que existe una gran gama de variabilidad para el crecimiento del sistema radical en diferentes

Cuadro 4. Análisis de varianza para peso seco de sistema radical en diferentes perfiles de suelo en papa.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados medios							
		Perfil 0-20 (cm)	Perfil 20-40 (cm)	Perfil 40-60 (cm)	Perfil 60-80 (cm)	Perfil 0-40 (cm)	Perfil 0-60 (cm)	Perfil 0-80 (cm)	Perfil 0-80 (cm)
Tratamientos	9	40.0 **	37.2 **	5.8 **	20.8 **	129.2 **	179.8 **	233.3 **	
Error	10	3.6	2.7	1.9	1.6	12.0	22.4	32.0	
Total	19	396.8	362.7	71.8	203.9	1283.1	1842.7	2420.6	
C.V. %		12.5	14.5	17.2	28.3	12.9	13.5	14.3	

perfiles. Lo que indica que es factible identificar genotipos con alta producción de raíces, para desarrollar variedades altamente rendidoras bajo temporal utilizando métodos de mejoramiento genético. El porcentaje de CV varió entre 12.5 y 17.2 para sistema radical en diferentes perfiles, estos valores son aceptables siendo estos resultados confiables. Solo en el perfil de 60-80 cm se encontraron valores de C.V. de 23.3% siendo este considerado un poco alto por la causa de restricción de riegos u humedad y no hubo control de sobre temperatura, luz y agua. Kuruvadi y Smith (1986) y Kuruvadi y Aguilera, (1990) estudiaron el patron de crecimiento de raíces en diferentes perfiles en trigo y frijol respectivamente y se encontraron diferencias significativas para el peso seco de masa de raíces en diferentes perfiles del suelo. El principal objetivo de esta investigación fué el de evaluar el potencial de sistema radical y graficar los modelos de raíces de los genotipos incluidos en el estudio. Con este fin se castigaron las plantas de riegos para estimular una mejor producción de raíces, ya que varios investigadores (Klepper et al, 1993; Kaigama et al, 1993 y White y Sponchiado, 1985) afirmaron que bajo condiciones de sequía los genótipos presentan un sistema radical más profundo en busca de agua.

Los promedios de peso seco de raíces de las variedades se presentan en el cuadro 5. La variedad Boer presentó 54.9 g de

Cuadro 5. Promedios de peso seco de raíces en diferentes perfiles de suelo en papa.

Genotipo	Peso seco de masa del sistema radicular							
	Perfil 0-20 (g)	Perfil 20-40 (g)	Perfil 40-60 (g)	Perfil 60-80 (g)	Perfil 0-40 (g)	Perfil 0-60 (g)	Perfil 0-80 (g)	
Norteña	12.7 CD	7.8 DE	7.3 BCD	5.8 BC	20.5 BC	27.9 BC	33.7 C	
UARAN-1	16.4 ABC	8.5 DE	6.3 CD	4.4 BCD	24.9 B	31.2 B	35.7 C	
Russet Burbank	19.9 A	15.9 AB	8.7 ABC	10.1 A	35.8 A	44.5 A	54.6 A	
Atlantic	10.1 DE	14.0 BC	8.7 ABC	6.3 BC	24.2 B	32.9 B	39.3 BC	
Lopez	7.7 E	5.4 E	5.0 D	1.7 DE	13.1 C	18.2 C	20.0 D	
Utatlan	20.6 A	17.9 A	9.9 AB	0.0 E	38.5 A	48.4 A	48.4 AB	
Gigant	12.5 CD	11.1 CD	9.1 ABC	5.8 BC	23.7 B	32.8 B	38.7 BC	
Agrias	17.1 AB	9.1 D	7.1 BCD	3.7 CD	26.3 B	33.4 B	37.1 BC	
Alpha	15.2 BC	8.3 DE	7.7 ABCD	0.0 E	23.6 B	31.3 B	31.3 CD	
Beer	20.5 A	16.6 AB	10.7 A	7.0 B	37.2 A	47.9 A	54.9 A	
Promedio	15.2	11.4	8.0	4.4	26.7	34.8	39.3	
DMS 58	4.2	3.7	3.1	2.8	10.5	7.7	12.6	

Nota: El peso del sistema radicular es por tratamiento.

peso seco de sistema radical y fué el mejor siguiendole Ruset Burbanck (54.6 g) y fueron estadísticamente iguales. La variedad Utatlan registró 48.4 g de peso seco de raíces y fué el que ocupó el tercer lugar en este estudio. Varios investigadores, Hurd (1974) y Kuruvadi (1987) en trigo; Blum et al (1977) en sorgo; Carrigan y Frey (1980) en avena; Hackett (1968) en cebada; Ketring et al (1982) en cacahuate y Aguilera (1988) en frijol común, evaluaron masa de sistema radical en peso seco.

Todas las variedades presentaron crecimiento radical de 0-80 cm de profundidad, excepto las variedades Alpha y Utatlan, las cuales produjeron sistema radical de 0-60 cm. Por consiguiente, en futuros estudios se recomienda utilizar bolsas negras de polietileno hasta una profundidad de 120 cm para evaluar el sistema radical y graficar los modelos de los mismos.

Kuruvadi y Smith (1986) mencionaron que la producción de masa de sistema radical en los genotipos depende de la constitución genética, medio ambiente, condiciones de crecimiento, (bajo riego, riegos restringido o temporal), profundidad, estructura y textura del suelo, temperatura, aereación y disponibilidad de oxígeno del suelo.

Los modelos de crecimiento del sistema radical de las 10 variedades de papa se presentan en la figura 1. La variedad

Fig. 1 distribución de peso seco de raíces en diferentes perfiles.

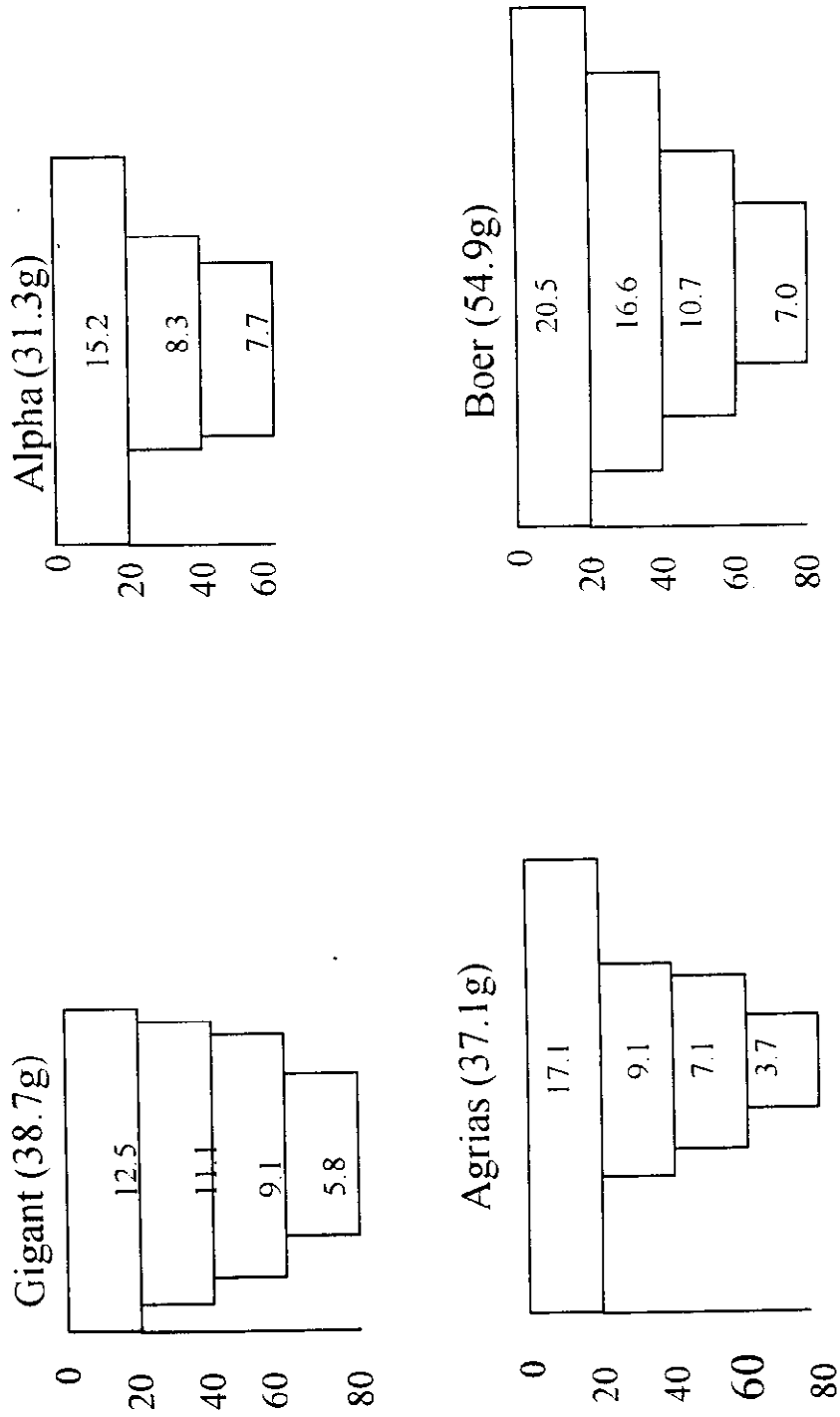
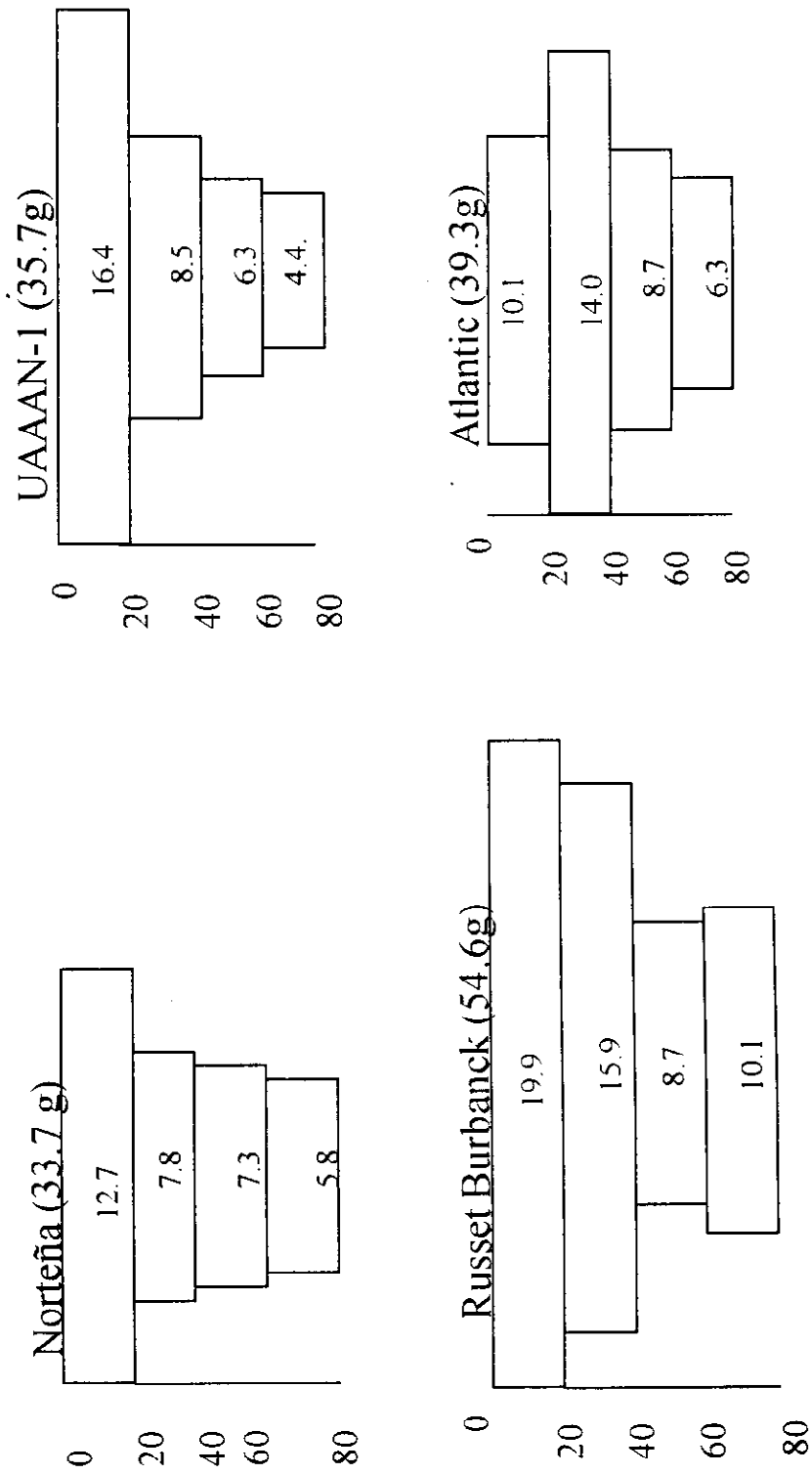
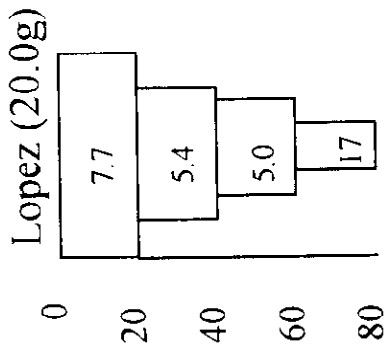
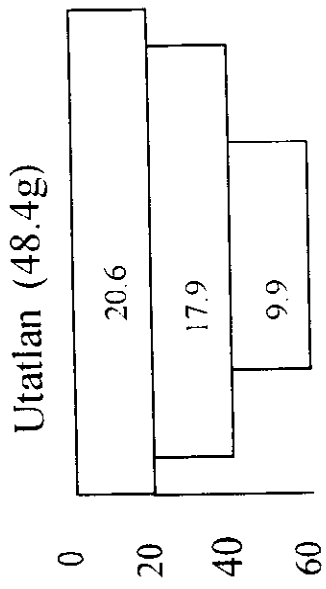


Fig. 1 continuación...



continuacion....



Russet burbanck mostró un mejor patron de crecimiento de sistema radical en diferentes perfiles del suelo siguiendole Atlantic, Gigant y Boer.

Las variedades Boer, Russet Burbank y Utatlan manifestaron mejor crecimiento de sistema radical en los perfiles de 0-20, 20-40 y 40-60 cm, mientras que Boer y Russet Burbank produjeron mejor crecimiento en el perfil 60-80cm. Los dos primeros perfiles de cada planta (0-20 y 20-40 cm) presentaron raíces más viejas, gruesas, menos ramificadas y con un mayor peso seco. Sin embargo, se considera que estas raíces son fisiológicamente inactivas durante los períodos de floración a llenado de grano, debido a la baja disponibilidad de agua existente en estos perfiles. Asi mismo se observó que las raíces de los últimos segmentos fueron más juvenes, delgadas, profusamente ramificadas y de menor peso, pero fisiológicamente muy activas en la absorción de agua. Taylor y Terrel (1982) y Rojas y Rovalo (1994) mencionan que las raíces juvenes son más efectivas en la absorción de agua y nutrientes que las raíces viejas.

Hurd (1974) concluye que los modelos de sistema radical estan controlados por los genes y pueden ser modificados por el ambiente, por lo tanto, podemos manipular esta característica a través de mejoramiento genético en los cultivos.

La variedad Lopez produjo muy poco peso seco del sistema radical (20.0 g) del total de la planta y además presentó el peor patron de crecimiento radical en diferentes perfiles.

Generalmente bajo temporal la humedad en el suelo se encuentra disponible hasta que la planta alcanza un 50% de floración, y despues es muy dificil encontrar humedad en los primeros 60 cm del perfil del suelo, bajo condiciones de temporal.

Las variedades que presentan crecimiento mayor del sistema radical en el perfil de 60-80 cm tienen ventaja adicional de absorber humedad y abastecer a la planta hasta cosecha de tuberculos. Boer y Russet Burbanck produjeron excelentes modelos de crecimiento de sistema radical y tambien registraron mayor biomasa de planta que se puede observar en el cuadro 2, mientras que la variedad López produjo muy poco sistema radical manifestando también muy bajo peso seco de biomasa entre los genotipos estudiados.

Las variedades Boer y Russet Burbanck pueden utilizarse como progenitores en los programas de hibridación para obtener mejor recombinaciones en la progenie para un mejor patron de crecimiento de sistema radical.

Levitt (1962) clasificó el mecanismo de resistencia a sequia en dos formas: evación y tolerancia. Las variedades con mejor patron de crecimiento absorben mayor cantidad de

humedad, durante período de crecimiento de tubérculos en papa de esta forma evitan o posponen los efectos de sequía. El indicó que las variedades con mejor sistema radical pueden presentar el mecanismo de evación.

Los valores de coeficiente de correlación entre diferentes pares de características agronómicas de la planta proporcionan el grado de relación entre éstas. Las correlaciones facilitan una mejor interpretación de los datos, son una herramineta útil para planear un eficiente programa de selección y para clasificar características útiles en dichos programas (Kuruvadi, 1986).

Como puede observarse en el cuadro 6, existe una correlación positiva y significativa entre peso seco de hojas con peso seco de tallo secundario ($r=0.8199$ **) y peso seco de flores ($r=0.6574$ *), esta implica que si aumentara el número de tallos secundarios, se aumentaría el número de hojas por planta y aumentaría también el número de flores por planta.

Se detecto una correlación positiva y significativa entre peso de tubérculos con peso seco de producción de raíces entre 0-40, 0-60, 0-80 cm de perfil, indicando que una mejor producción del sistema radical en diferentes perfiles del suelo aumentaría la producción de tubérculos por planta. La producción de tubérculos y sistema radical en diferentes perfiles no pueden ser observados por el fitomejorador, ya que

Cuadro 6. Correlaciones simples y fenotípicas para diferentes características agronómicas en papa.

	P.s.hojas	P.s.de tallo primario	P.s.de tallo secundario	P.s.de tuberculos	P.perfil 0-40	P.perfil 0-60	P.perfil 0-80	P.s.de flores
P.s. hojas	0.2492	0.8199 **	0.5366		0.0625	0.0581	0.0737	0.6574 *
P.s. de tallo primario		0.1569	0.2578		0.1774	0.1452	0.0572	0.0657
P.s. de tallosecundario			0.5509		0.0682	0.0779	0.1523	0.8059 **
P.s. de tuberculos					0.7679 **	0.7711 **	0.7375 *	0.4577
P.perfil 0-40						0.9946 **	0.9487 **	0.0462
P.perfil 0-60							0.9576 **	0.0756
P.perfil 0-80								0.0630
P.s. Flores								

* = significativo
 **= altamente significativo
 P = peso
 s = seco

estos crecen bajo suelo. Por lo tanto, este caracter no puede utilizarse en programas de selección. Se observa una correlación positiva entre el total de la producción del sistema radical de la planta con producción del sistema radical en los perfiles 0-40 y 0-60 cm.

En las figuras 2,3,4, 5, 6 y cuadro 7, se puede apreciar la distribución de materia seca en diferentes variedades de papa y en diferentes partes de la planta, la variedad Boer presentó mayor materia seca en comparación a las diferentes variedades estudiadas de papa, observandose lo siguiente: 40.6% en tuberculos, 17.8% en hojas, 10.8 en tallo primario, 12.3% en tallo secundario, 2.4 en flores y 16.1% en raíz. Mientras en Russet Burbanck fué 38.4% en tubérculos, 17.5% en raíz, 18.1% en hojas, 13.0% para tallo primario, 11.3 para tallo secundario y 1.6 para flores. La distribución de materia seca de tuberculos vario entre 11.7 a 40.6% entre los materiales estudiados.

La variedad Boer, Russet Burbanck, Alpha y Utatlan presentaron mayor distribución de materia seca en los tuberculos . La distribución de materia seca en hojas vario entre 15.9% (Utatlan) y 28.9% (López), y las variedades López, Alpha, UAAAN-1, Agrias y Atlantic mostraron mejor distribución en las hojas entre 24.6 a 28.9%.

Cuadro 7. Por ciento de distribución de materia seca en diferentes partes de la planta en diez clones de papa.

Genotipo	Hojas (%)	Tallo primario (%)	Tallo secundario (%)	Flores (%)	Tuberculos (%)	Raiz (%)	Total (%)
Boer	17.8	10.8	12.1	2.4	40.6	16.1	100
Ruset Burbank	18.1	13.0	11.3	1.6	38.4	17.5	100
Alpha	25.4	14.8	14.0	2.7	31.1	11.9	100
Utatlan	15.9	12.2	11.9	1.8	39.4	18.7	100
Norteña	23.0	17.4	16.1	2.5	27.0	14.0	100
Gigant	20.7	32.0	15.2	2.2	12.4	17.2	100
UAAAN-1	25.1	24.1	17.4	2.4	12.8	18.0	100
Agrias	27.3	21.4	17.9	0.4	11.7	21.1	100
Lopez	28.9	20.8	20.5	3.7	14.1	12.0	100
Atlantic	24.6	18.5	18.0	1.9	13.0	24.0	100

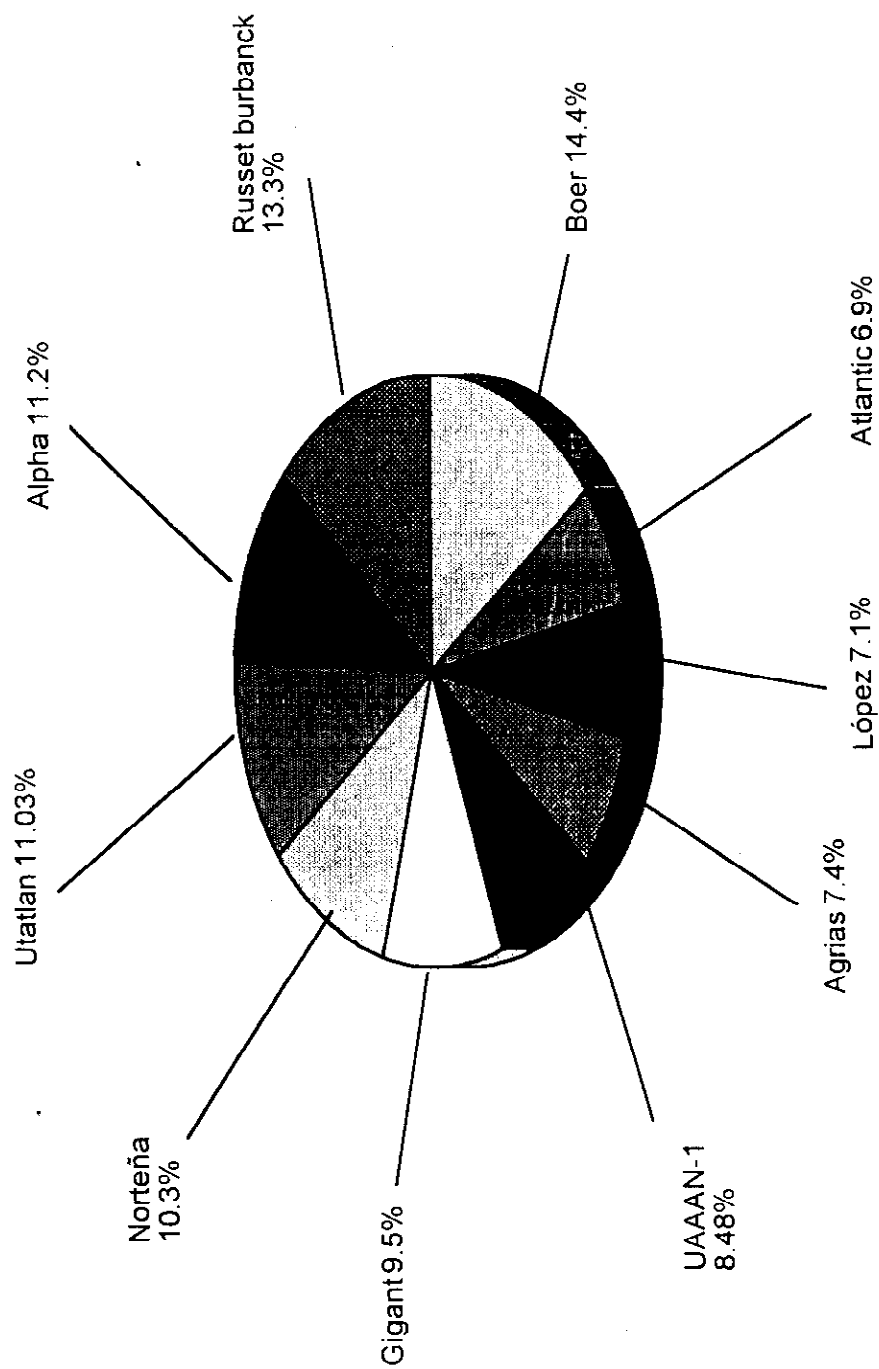


Fig. 2 Comparación de materia seca total en diez genotipos.

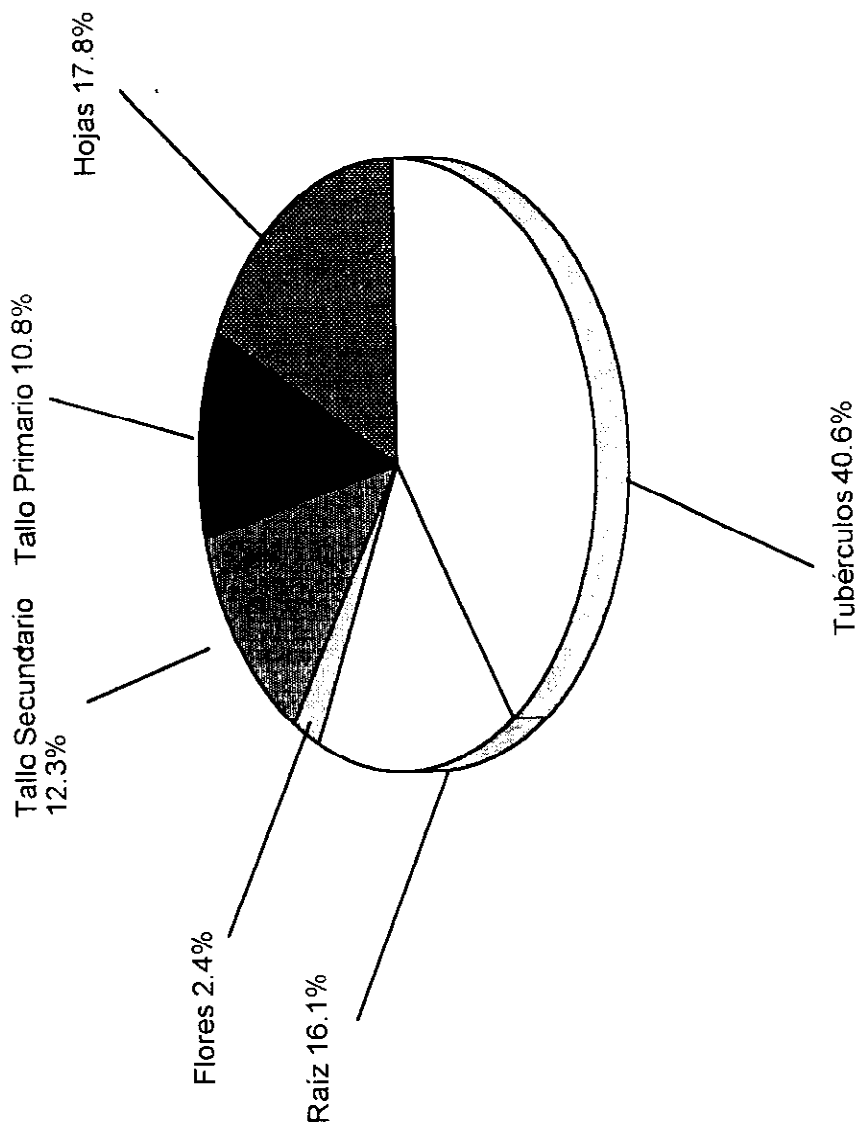


Fig. 3 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Boer

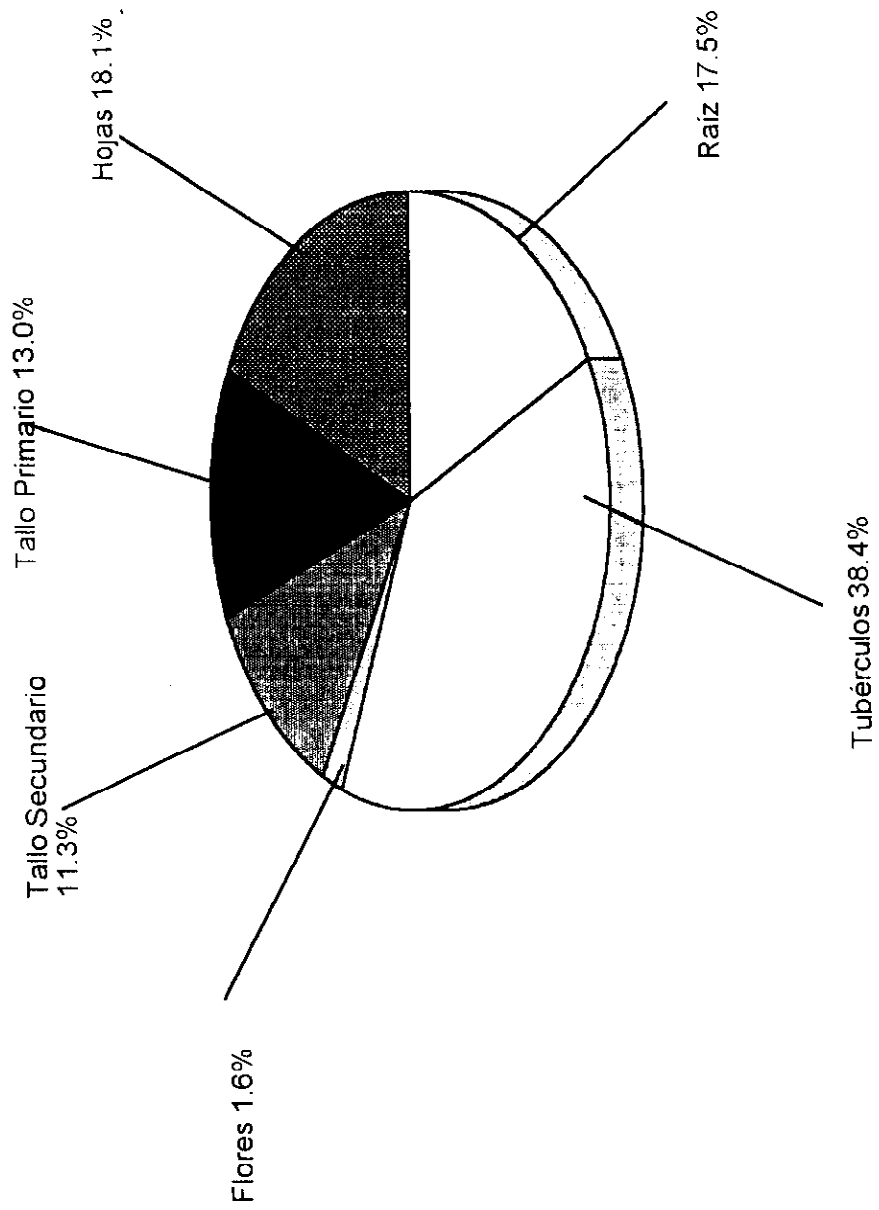


Fig.4 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Russet Burbanck

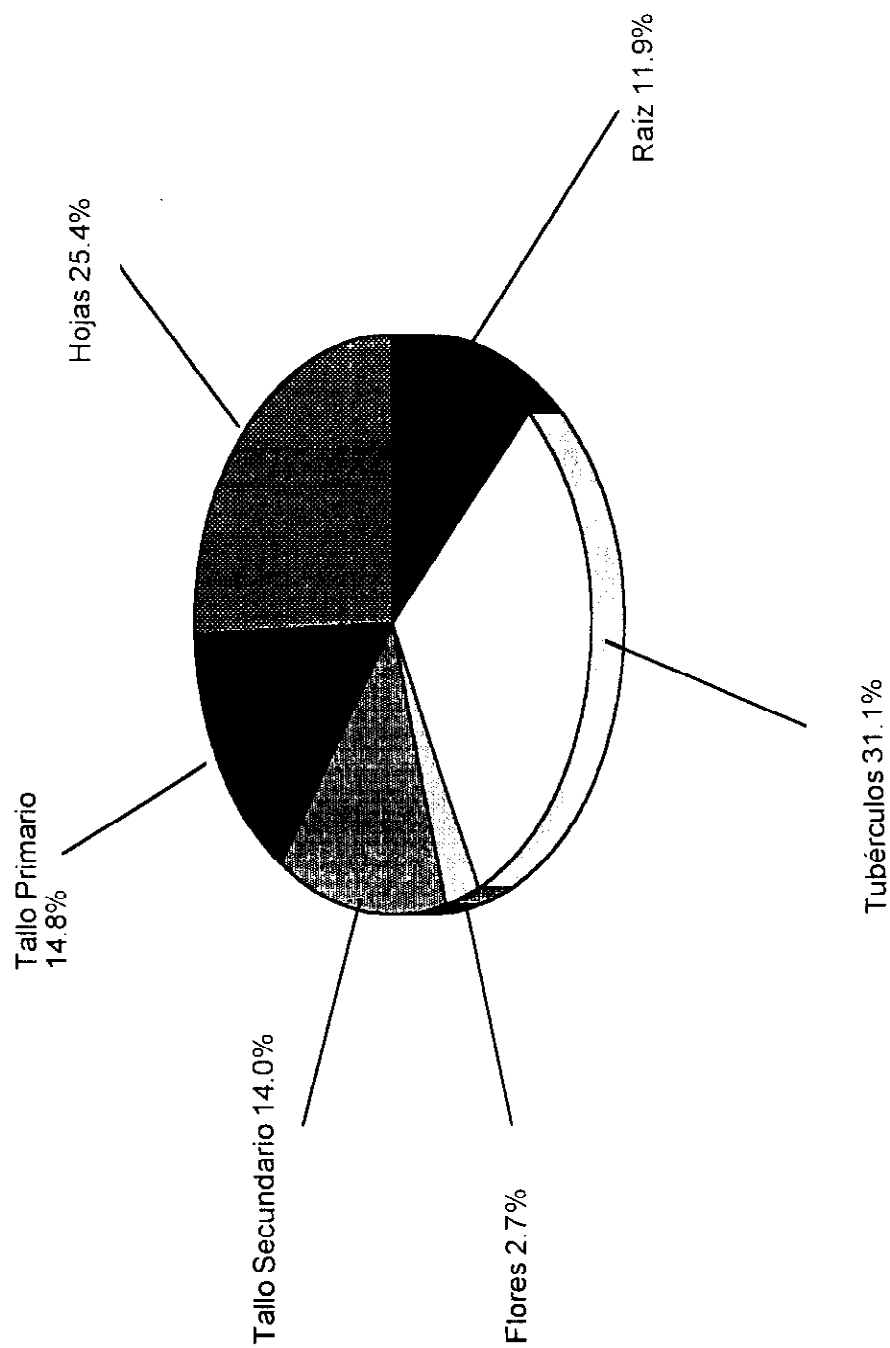


Fig.5 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Alpha

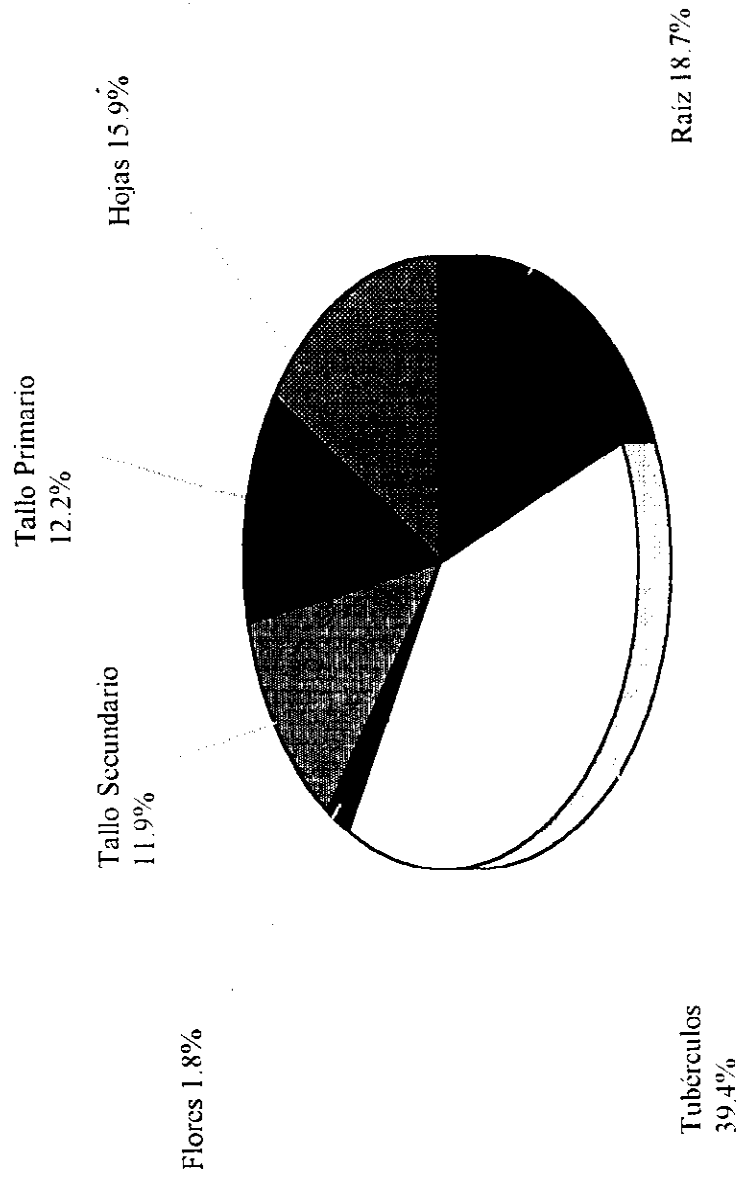


Fig. 6 Distribución de materia seca en diferentes partes de la planta del genotipo Utatlan

En los tallos primarios la variedad gigante produjo 32% de materia seca siguiendola UAAAN-1 con 24.1% y López con 20.8%. Mientras para tallo secundario las variedades López, Atlantic, y Agrias fueron las mejores mostrando resultados de 20.5%, 18.0% y 17.9% respectivamente. La distribución de materia seca en flores de la planta fue de 1.6% a 3.7% entre los genotipos estudiados lo cual indica que la variación fué ligera.

La variación de materia seca acumulado dentro del sistema radical tiene una gran diferencia entre 11.9% (Alpha) a 24% (Atlantic) y las variedades Atlantic, Utatlan, Agrias y UAAAN-1 fueron identificadas como superiores en la producción de materia seca en raíz.

La distribución de materia seca de los tuberculos como parte económica es muy importante, pero el objetivo de este estudio fué el estudiar el crecimiento del sistema radical, por lo tanto, no se evaluaron las plantas hasta madurez fisiológica para obtener información sobre tuberculos.

En futuros estudios se recomienda estudiar hasta madurez fisiológica de planta para obtener suficiente información sobre materia seca en tuberculos.

CONCLUSIONES

* Existe una gran gama de variabilidad para diferentes características estudiadas. Las variedades Russet burbanck, utatlan y Boer para tuberculos por planta; Gigant, UAAAN-88 y Norteña para tallo primario; Boer, Norteña y Alpha para tallo secundario; Alpha, Boer y Russet Burbank para hojas; Boer, Alpha, Norteña y López para flores; las cuales fueron mejores.

* Se detectaron diferencias altamente significativas para el crecimiento del sistema radical en todos los perfiles estudiados.

* Las variedades Russet Burbank, Utatlan y Boer produjeron un excelente patron de crecimiento de sistema radical en diferentes perfiles del suelo.

* En futuros experimentos se recomienda usar bolsas de polietileno una profundidad de 150 cm para obtener información sobre el crecimiento del sistema radical.

LITERATURA REVISADA

- Aguilera, Ch., D.M. 1988. Modelos de raíces en rizotrones modificados en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de graduados. Buenavista, Saltillo Coahuila México.
- Almonte, J.A. 1991. Respuesta de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) a fertilización, bajo condiciones de riego y temporal. Tesis de maestría en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pag. 52-56.
- Balderas G., M. 1990. Fertilizante enraizador y dos mejoradores de suelo sobre el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*), en suelo calcareo. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México pp 52,64,65.
- Baukema, H,P. and Van Der Zag, D.E. 1979. Potato improvement. Some factooors and facts. International Agricultural Center. Wageningen the Netherlands. p.19.
- Becerra, R.S. 1969. Ensayo de densidad de siembra en papa en la región de Chapingo, México. Tesis profesinal. UACH., Chapingo, México.
- Belzakou, Y. 1968. The growth and development of wheat and barley roots in the semidesert zone. Vestin Selskloz Naur; 13:31-33.
- Bertrand, A.R. 1965. Water conservation though improved practices. In: "Plant enviroment and efficient water use". pp 207-235. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Madison, Wisconsin.
- Blum, A., W.R. Jordan and G. F. Arkin. 1977. Sorghum root morphogenesis and growth. II. Manifestation of heterosis. Crop sci. 17:153-157.

- Carrigan, L. And K.J. Frey. 1980. Root volumes of avena species. Crop sci. 20:407-408.
- Delgado S.,S. 1968. Mejoramiento del cultivo de papa en México. CENEINSA. Chapingo, México. p. 32.
- Delgado Y. R. 1987. Estudio del estiércol bovino, Zinc y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Arteaga, Coahuila. Tesis Maestria. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp. 44-45, 79-80.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Advances Agronomy 15:1-118.
- Espinoza, E. y E. Narro F. 1989. Manejo de suelo y reguladores de crecimiento en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. p. 304.
- Espinoza, E. y E. Narro F. 1989. Manejo de suelo y reguladores de crecimiento en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. p. 304.
- Fabiani, L. 1967. La patata. De. AEDOS., Barcelona, España.
- Garay, A. F. And W. W. Wilhelm. 1983. Root system characteristics of two soybean isolines under going water stress conditions Agron. J. 75: 973-977.
- Garcia, A.M. 1974. Enfermedades de las plantas en la República mexicana. Editorial Limusa. México, D.F.
- Glimeroth, G. 1952. Water content of the soil in relation to the root development of some cultivares plants Z. Acker-Pflaenzenbau 95:21-46.
- Golets. 1984. Correlation of characters in hybrid population of potato P.B.A. 54(23).

- Hackett, C. 1968. A study of the root system of barley I. Effects of nutrition and two varieties. *New phytol.* 67:287-299.
- Herning, S. et al 1972. El perfil cultural. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- Hurd, E.A. 1964. Root study of three wheat varieties and their resistance to drought and damage by biol cracking. *Canadian Journal Plant Science.* 44:440-448.
- Iwama, K. 1981. Studies en the root system in potato plants. Ph. D. Thesis. Hokkaido Universsyty.
- Iwama, K., K. Nakaseco, A. Isuda, K. Gotoh and Y. Nishibe. 1981. Comparison of root system among hybrid populations derived from different crosses in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) *Japan Journal Crop Science* 50:365-372.
- Jodari-Karimi, F., V. Watson, H. Hodges and F. Shisler. 1993. Root distribution ans water use efficiency of alfalfa as influenced by depth of irrigation. *Agron. J.* 75:207-211.
- Juins, J.D. and F.L. Milthorpe. 1963. The growth of the potato. Butter works, London.
- Kaigama, B. K., I. D. Teare, L. R. Stone and W. L. Powers. 1977. Root and top growth of irrigated an nonirrigated grain sorghum crop. *Sci.* 17: 555-559.
- Ketring, D.L., W.R. Jordan, O.D. Smith and C.E. Simson. 1982. Genetic variability in root and shoot growth characteristics
- Klepper, B., Taylor, H. M., Huck, M.G. and Fiscus E. L. 1973. Water relations and growth of cotton in drying soil. *Agron. J.* 65:307-310.
- Kuruvadi, S., T.F. Townley-Smith. 1986. Modelos de raices en trigo macarronero en rizotrones. *Turrialba* 36, No. 4. pp. 473-478.

- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de las correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. COMUNNA. Organó informativo de la UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila México. Pg. 9.
- Kuruvadi, S. 1986. Modelos de raíces en trigo macarronero en rizotrones. Turrialba 34(4):473-478.
- Kuruvadi, S. 1987. Investigación sobre sistema radical en los cultivos en la UAAAN. COMUNNA 134. p 9,10.
- Kuruvadi, S. 1987. Características agronómicas y fisiológicas que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. Memorias de la segunda semana en zonas áridas. UACH Unidad Regional Universitaria De Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.
- Kuruvadi, S. Cortinas, E., H.M. 1987. Papel de componentes del rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Agraria Científica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Vol. 3(1) pg 1-15.
- Kuruvadi, S. Y Aguilera, D. M. 1989. Patrones del sistema radical el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Turrialba. Vol. 40(4): 491-498.
- Kuruvadi, S., D.M. Aguilera. Patrones de sistema radical en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Turrialba Int. De coop. Agri, Costa Rica. Vol. 40(3), pp. 346-498. 1990.
- Kuruvadi, S., E.C.G. Charles y G.O. Pérez. 1991. Variabilidad genética para rendimiento y sus componentes en ciertas líneas del banco de germoplasma en papa. Memorias del IV Congreso nacional de papa. Los Mochis Sinaloa, México del 31 de Enero a 2 de Febrero.
- Kuruvadi, S., Romero, J. M., Almonte, J. A., Gomez, H. C., Parga, V. T. y Pérez, G. U. 1991-1993. Identificación de variedades sobresalientes de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de temporal. Boletín Agrometeorológico pp. 37-43.
- Kuruvadi, S. Gustavo, E.C.C. y Pérez, G. U. 1991. Variabilidad genética para rendimiento y sus componentes en ciertas líneas del banco de germoplasma

- en papa. Memorias de trabajos científicos del IV congreso nacional de papa. Los Mochis Sinaloa, México del 31 de enero a 2 de febrero. 1991 Pag 1.
- Loskutow, I.G. 1989. Primary root system in wheat. 54(638).
- Maldonado, A.V. 1982. Papa. Alimento base del pueblo mexicano. SARH.
- Mecallif, C.L. y P.W. Flint. 1975. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Sexta impresión. De. Continental, S.A., México, D.F.
- Mendoza, H.A. 1983. Selection of parental stocks for heat tolerance and earliness. Present and future strategies for potato breeding an improvement International Potato Center. Lima, Perú. p.7-19.
- Molinari E.U.O. Tesis. Variabilidad para rendimiento y sus componentes en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de riego. Noviembre de 1991. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Morena Y. De la, A. Guillen, and L.F. Garcia Moral del. 1994. Field development in potatoes as influenced by cultivar and the timing and level of nitrogen fertilization. Am. potato. J.71.165-173.
- Narro, F., E.A. y V. Méndez, G. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de Ciencia del Suelo. México p.43.
- Nour, M.A.E. and D.E. Weibel. 1978. Evaluation of root characteristics in grain sorghum. Agron. Jour.70:217-218.
- Pinto, L.R.M., A. Mizubuti, J.C. Silva, P.F.S. Guglielmelli, R.F. Euclides. 1982. Correlations between agronomic. Characters in potato (*Solanum tuberosum* L.) Revista Ceres 29. Departamento de Fototecnia. Universidad Federal de Brasil. Pp. 284-295.
- Prieto, R. y E. Narro F. 1990. Fertilizante enraizador y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa

- (*Solanum tuberosum* L.), en Derramadero, Coahuila. Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera. p.93.
- Rangel, A.M.R. 1987. El cultivo de la papa y su mejoramiento genético. Monografía. UAAAN p.1-18.
- Rojas, G.M. y M. Rovalo, 1984. Relaciones con el agua. Fisiología vegetal aplicada. De. Mc. Graw Hill, 3a. De. pp.19-36.
- Roztropowicz, S. 1984. Root formation of potato varieties and influence of presprouting on this process P.B.A. 54(21).
- Rubio, 1991. Efecto de la temperatura y de la luz sobre la producción de la papa. Memorias del cuarto congreso Nal de la papa. Los Mochis, Sinaloa, México.
- Singh, K. 1952. Effect of soil cultivation on the growth and yield of winter wheat. Science foog Agriculture 3:514-525.
- Smith, O. 1975. Potatoes; Production, Storing. Processing. Secund De. the avi publishing company, Inc. Westport, Connenticut
- Smith, O.D. 1976. Potatoes production storage an processing. De AVI Publishing Company. Inc. U.S.A. pg. 199-206.
- Stoffella, P.J. 1979. Root characters of blackbeans L. Relationship of root size to lodging and seed yield.
- Talbur, W.F. and O. Smith 1967. Potato processing. Secun de. The avi publishing company, Inc.
- Talavera, R. 1983. Factores que afectan el rendimiento de un cultivo de papa. Revista Tecnica Milciades. Vol No.1.
- Taylor, H.M. 1986. Methods of studying root systems in the field. Hort Science. 21(40): 952-956.

- Torres, G.J., Molina, G.J., Casas, D.E. 1974. Correlaciones genéticas e índices de selección en la genotecnia de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Agrociencia 16. Pp.21-37.
- Torres et al. 1974. Correlaciones Genéticas e índices de selección en la genotecnia de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Agrociencia. 16:2-3.
- Trout, T.J., D.C. Kincaid, and D.T. Westermann. 1994. Comparison of Russet burbanck yiel an quality under furrow and sprinkler irrigation. Am potato I. 71:15-28.
- Villareal G.M.J. 1984. Marco de referencia del cultivo de la papa. INIA. pp.1-16
- White, J. W. Y B. N. Sponchiado. 1995. Tolerancia de frijol a la sequía. Interrogantes y algunas respuestas. Boletín informativo del programa de frijol en CIAT. 7(1):1-3.
- Watson, D.J. 1968. A prospect of crop physiology. Ann. Appl. Biol. 62:1-9.
- Weatery, P.E. 1965. Some investigations on water deficit and translocation under controlled conditions. In:water stress in plants. Junk. Publ. The Hague. pp. 63-69.
- Wolthen, E.L. y S.R. Aldrich 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilidad. Segunda Edición. Editorial UTHEA. México, D.F.
- Zadina, J. 1984. Characteristics of some yield components in potato varieties and relationships between them, Plant Breeding abstracts. 54-516.