

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



*Evaluación de Variedades de Papa
(Solanum tuberosum L.) con Criterios
Morfológicos, Fisiológicos y de Rendimiento*

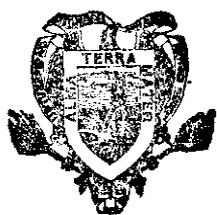
Por:

LUIS FERNANDO SOTO GUILLEN

TESIS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

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



BIBLIOTECA

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 1997*

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

Evaluación de Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con Criterios Morfológicos,
Fisiológicos y de Rendimiento.

Por:

LUIS FERNANDO SOTO GUILLEN

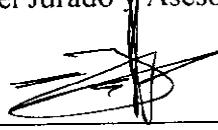
TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

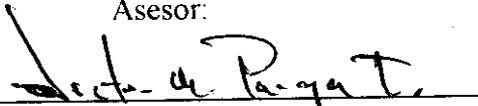
Aprobada

El Presidente del Jurado y Asesor Principal



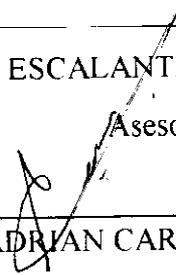
ING. M.C. FERNANDO BORREGO ESCALANTE

Asesor:



ING. M.C. VICTOR M. PARGA TORRES

Asesor:



ING. ADRIAN CARVAJAL ALVIZAR

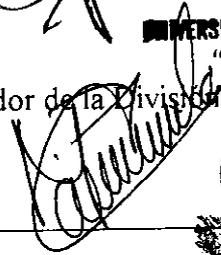
Asesor:



ING. M. Sc. JOSÉ GERARDO RAMÍREZ MEZQUITIC

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

El Coordinador de la División de Agronomía



Ing. M.C. MARIANO FLORES DÁVALOS



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 1997.

División de Agronomía
Coordinación

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por quien tengo todo lo que poseo.

A la U. A. A. N. Por darme el gran tesoro que hoy tengo y que es la base de mi vida como profesionista.

Al Ing. M. C. Fernando Borrego Escalante por haberme brindado la confianza y la oportunidad de poder realizar el presente trabajo de investigación así como su invaluable colaboración para la realización del mismo.

Al Ing. M.C. Víctor M. Parga Torres por sus comentarios y sugerencias en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Al Ing. M. Sc. Gerardo Ramírez Mezquitic por su apoyo y disponibilidad para la realización del presente trabajo.

Al Ing. Adrián Carvajal Alvizar por su tiempo e importante colaboración para la realización del presente trabajo.

A mis profesores por su tiempo y su dedicación durante la carrera.

A mis compañeros por todo lo que pasamos juntos.

A mis amigos Eduardo (el largo), Cesar (Japas) y Saúl (Capi) por su amistad inquebrantable ante todo.

A mis tías Mili y Meches por su infinito amor hacia mi familia y hacia mi persona.

A mis entrenadores Jaime Contreras, Javier González, Guadalupe Valero y Aguililla; así mismo, al utilero Raúl por su amistad y por haberme guiado en la disciplina del Foot-ball Americano.

A mis compañeros de equipo por todas las experiencias que pasamos juntos en el equipo y por el campeonato obtenido del 95.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES:

José Mario Soto García (†) y Dellanira Guillén Guillén por darme lo más preciado que poseo mi existencia, por sus consejos, por haberme conducido a través del verdadero camino, por enseñarme que hay cosas más importantes que el dinero, por su infinito amor, y que gracias a sus enormes sacrificios me han ayudado a alcanzar mis metas y que hoy se ven culminados y para quienes no tengo palabras ni aliento para agradecerles.

A MI ABUELITA:

Angelina Guillén Guillén por ser como una madre para mí y para todos mis hermanos y para quien cualquier palabra de amor sería insignificante.

A MIS HERMANOS:

Dario, Ana Lilia, y Omar por su compañía y amor en los momentos difíciles en este largo y accidentado camino de la vida.

A MI ESPOSA:

Yolanda Ordoñez Badillo por demostrarme que la vida y el amor son lo más maravilloso que existe y que hay que alimentarlo diariamente.

A MI HIJA:

María Fernanda Soto Ordoñez por venir a darme un nuevo entorno a mi vida.

A LA FAMILIA PÉREZ SOTO:

Gabriel Pérez Altuzar y Ana Gabriel Pérez, por su amistad y cariño demostrado durante todo este tiempo.

A MI CARNALITO:

Alfredo por su valiosa y sincera amistad.

A LA FAMILIA ORDOÑEZ BADILLO:

Doña Beatriz, Chuy, Beto, Mary, Juanita, Dora, Blanca, Gera y José Luis por su apoyo y amistad.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Hipótesis.....	2
1.2. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Crecimiento.....	3
2.2 Ciclo y Etapas de Crecimiento.....	4
2.3 Análisis de Crecimiento.....	5
2.4 Determinación de Área Foliar y Peso Seco.....	5
2.5 Producción de Materia Seca.....	9
2.6 Influencia de la temperatura en la Tasa de Crecimiento.....	9
2.7 Efectos de temporada, altitud, irrigación, y de fertilidad sobre el crecimiento y rendimiento de tubérculos en papa.....	9
2.8 Efecto de temperatura en plantas de papa.....	10
2.8.1 Efecto de altas temperaturas.....	10
2.8.2 Tolerancia al calor y al frío.....	12
2.8.3 Efecto de la temperatura en el arreglo del C ¹⁴ en las fracciones de carbohidratos.....	14
2.8.4 Efecto de altas temperaturas y respuesta a fotoperíodo.....	15
2.8.5 Intercepción de la luz y su relación en la producción de tubérculos.....	16

2.9	Efecto del espaciamiento de los tubérculos-semillas.....	19
2.10	Efecto de fertilización nitrogenada y potásica en la producción de tubérculos.....	21
2.11	Efectos de las dosis de fertilización de Calcio y Potasio.....	26
2.12	Uso y efecto de la utilización del agua en la producción de tubérculos.....	27
2.13	Procesos fisiológicos en papa.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1	Localización del área de estudio.....	33
3.2	Variedades en estudio.....	33
3.2.1	Características agronómicas de las variedades en estudio.....	34
3.3	Variables morfológicas evaluadas.....	40
3.3.1	Características de evaluación de las variables morfológicas.....	40
3.4	Variables fisiológicas evaluadas.....	40
3.4.1	Características de evaluación de las variables fisiológicas.....	40
3.5	Variables agrometeorológicas.....	43
3.5.1	Características de evaluación de las variables agrometeorológicas.....	43
3.6	Variables de laboratorio.....	43
3.6.1	Características de evaluación de las variables de laboratorio.....	43
3.7	Análisis Estadístico.....	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1	Variables Morfológicas.....	46
4.1.1	Rendimiento.....	46
4.1.2	Altura de Planta.....	47
4.1.3	Cobertura.....	49
4.1.4	Número de Tallos.....	51
4.1.5	Peso Fresco de Hojas.....	52
4.1.6	Peso Seco de Hojas.....	54
4.1.7	Peso Fresco de Tallos.....	56
4.1.8	Peso Seco de Tallos.....	57
4.2	Variables Fisiológicas.....	60

4.2.1 Fotosíntesis Neta.....	60
4.2.2 Conductancia Estomatal.....	62
4.2.3 Uso Eficiente del Agua.....	63
4.2.4 Transpiración.....	65
4.3 Variables Agrometeorológicas.....	67
4.3.1 Flujo Luminoso (Q _{ntm}).....	67
4.3.2 Temperatura del Aire.....	69
4.3.3 Temperatura de la Hoja.....	71
4.3.4 Concentración de CO ₂	73
4.3.5 Humedad Relativa.....	74
4.4 Variables de Laboratorio.....	77
4.4.1 Contenido de Clorofila.....	77
4.4.2 Número Relativo de Estomas en el Haz.....	78
4.4.3 Número Relativo de Estomas en el Envés.....	78
V. CONCLUSIONES.....	96
5.1 De la hipótesis.....	96
5.2 De los objetivos.....	96
5.3 Del análisis estadístico.....	97
VI. RESÚMEN.....	98
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

1A.- Rendimiento.....	86
1B.- Altura.....	86
1C.- Cobertura.....	87
1D.- Número de Tallos.....	87
1E.- Peso Fresco de Hojas.....	88
1F.- Peso Seco de Hojas.....	88
1G.- Peso Fresco de Tallos.....	89
1H.- Peso Seco de Tallos.....	89
2A.- Fotosíntesis Neta.....	90
2B.- Transpiración.....	90
2C.- Uso Eficiente del Agua.....	91
2D.- Conductancia Estomatal.....	91
3A.- Flujo Luminoso (Qntm).....	92
3B.- Temperatura del Aire.....	92
3C.- Temperatura de la Hoja.....	93
3D.- Concentración de CO ₂ Atmosférico.....	93
3E.- Humedad Relativa.....	94
4A.- Concentración de Clorofila.....	94
4B.- Número relativo de Estomas en el Haz y en el Envés.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

I.- Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) de Rendimiento Total (Por Planta) y Variables de Laboratorio en Siete Variedades de Papa, en Diseño de Bloques al Azar.....	82
II.- Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) de Variables Morfológicas de Experimento de Papa, Considerando los factores de Muestreos (6) y Genotipos (7), en Diseño de Bloques al Azar, con 4 Repeticiones y un Arreglo de Parcelas Divididas.....	82
III.- Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) de Variables Fisiológicas en Experimento de Papa , Considerando los Factores de Muestreos (6) y Genotipos (7), en un Diseño de Bloques al Azar, con 4 Repeticiones y un Arreglo de Parcelas Subdivididas, con 4 Repeticiones.....	83
IV.- Análisis de Varianza (Cuadrados Medios) de las Variables Agrometeorológicas en Experimento de Papa, Considerando los Factores de: Muestreos (2), Genotipos (7), y Posiciones de la Hoja (2), en un Diseño de Bloques al Azar en Arreglo de Parcelas Subdivididas, con 4 Repeticiones.....	84
V.- Correlaciones de Variables Evaluadas en Siete Variedades de Papa.....	85

I.- INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), junto con el maíz, trigo y frijol, es uno de los principales cultivos que se explotan en México, existiendo regiones productoras en el valle de Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Hidalgo, Guanajuato (Bajío), Nuevo León (Navidad) y Coahuila (Arteaga, Derramadero y Parras).

En las regiones de Nuevo León y Coahuila, desde 1950 se iniciaron los primeros ensayos agronómicos para llevar a cabo la explotación de papa, sembrándose en la actualidad alrededor de 6,000 ha. La mayor superficie se siembra con las variedades Alpha y Atlantic, que presentan susceptibilidad a enfermedades, siendo la principal el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), lo que hace necesario realizar un mayor número de aplicaciones de agroquímicos para su prevención y control, incrementándose el costo de producción de este cultivo.

Otros atributos que busca el productor son, además de la tolerancia a plagas y enfermedades, precocidad y eficiencia en el uso del agua, lo que permite una mayor rentabilidad, pues se requieren menos insumos para recuperar la inversión en menor tiempo.

Por lo anterior, se hace necesario evaluar el potencial de adaptación de nuevos cultivares, con nuevos criterios que permitan analizar y dilucidar la eficiencia fisiológica de las plantas, que repercutan en su productividad. En este trabajo cooperativo entre el

Área de Fisiotecnia de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) y el Programa de Mejoramiento Genético del Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CESIA-INIFAP), se evaluaron siete variedades de papa, algunas de amplia explotación comercial, otras de reciente introducción y una variedad mexicana obtenida por el INIFAP.

1.1.- HIPÓTESIS

Existen diferencias morfológicas, fisiológicas y de rendimiento entre variedades de papa cultivadas en el norte de México.

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1 Determinar la adaptación de diferentes variedades de papa, en comparación con el testigo regional (Alpha).

1.2.2 Determinar el patrón de crecimiento de las diferentes variedades en estudio, por sus características morfológicas.

1.2.3 Determinar la eficiencia fisiológica de las variedades en estudio, con instrumental de laboratorio de alta precisión.

1.2.4 Fortalecer los conocimientos acerca del cultivo y proporcionar una pequeña fuente de información para estudios posteriores.

II.- REVISION DE LITERATURA.

2.1 Crecimiento.

Bonner *et al* (1973). Menciona que el crecimiento de la planta, como el de cualquier otro organismo, no es sino un incremento irreversible de tamaño, generalmente de peso sólido o seco y de la cantidad del protoplasma.

Salisbury y Ross (1969). Presentaron varias definiciones sobre el término de crecimiento. Mencionan que el crecimiento es la duplicación del protoplasma, multiplicación celular, un incremento en volúmen y en peso seco, siendo el incremento de peso seco, la más utilizada para señalar los crecimientos de los cultivos. En tanto Greaulach y Adams (1970) definen al crecimiento como un crecimiento irreversible en la masa (protoplasma), acompañado también de un incremento irreversible en el tamaño (volúmen) y de peso, incluyendo la diferenciación y especialización de células.

Moreno (1985). Menciona que el crecimiento o productividad, es el resultado de dos grandes determinantes, la conformación genética de la planta (genotipo) y su ambiente circundante. El genotipo es esencialmente constante en comparación con cambios ambientales que experimentan. Sin embargo, la expresión (fenotípica) de la información genética, es influenciada ampliamente por los cambios regulares e irregulares, del ambiente de crecimiento.

2.2 Ciclo y etapas de crecimiento.

Para poder estudiar de una forma completa cualquier planta , es necesario dividir el ciclo en etapas de crecimiento y desarrollo en los que incluyan y describan los procesos fisiológicos más importantes como lo menciona Bidwell (1979) donde considera tres etapas de crecimiento en todos los vegetales y éstos son:

- 1a. Etapa inicial de crecimiento lento.
- 2a. Etapa central de crecimiento acelerado logarítmico.
- 3a. Etapa final de crecimiento lento o casi nulo.

Wissar y Ortíz (1987). Mencionan que la longitud del ciclo de crecimiento del cultivo de papa, depende del tipo de siembra e inicio de tuberización, rapidez inicial de tuberización y pendiente de la curva de tuberización, durante la época de llenado de los tubérculos . Además mencionan que este patrón de crecimiento y desarrollo es fuertemente afectado por el ambiente: longitud del día, temperatura y la interacción de los factores más importantes, que puedan modificar la longitud del ciclo de crecimiento.

Según Stone *et al* (1986) en la naturaleza la papa es una planta perenne que sobrevive año tras año en forma de tubérculo, el cual es modificado bajo la tierra su pedúnculo. El crecimiento y desarrollo se divide en cuatro etapas:

- Crecimiento vegetativo (Etapa I).
- Tubérculos iniciales (Etapa II).
- Crecimiento del tubérculo (Etapa III).
- Maduración (Etapa IV).

2.3 Análisis de crecimiento.

Steward *et al* (1971). Indican que para evaluar de una manera cuantitativa el crecimiento, se ha utilizado la metodología denominada análisis de crecimiento, mediante el cual se cuantifica tanto la producción primaria (Peso seco) como la eficiencia en la cual se obtiene ésta, en función del tiempo.

Blackman citado por González (1990). Fue el primero en desarrollar el análisis de crecimiento, proporcionando las bases en función del peso seco; señalando que el peso seco de la planta se incrementa logarítmicamente, describiendo el crecimiento mediante el parámetro que denominó: “Índice de Eficiencia” que hoy se conoce como “Tasa de Crecimiento Relativo” (TCR).

Zavala (1982). Señala que el análisis de crecimiento se utiliza para evaluar el comportamiento de un genotipo a través de su ciclo de desarrollo, así como para tratar de explicar las bases fisiológicas de producción. Para poder realizar un análisis de crecimiento son requeridas dos evaluaciones según Radford (1967):

- 1) Una medida del material presente en la planta (Peso seco).
- 2) Una medida de la magnitud del sistema asimilatorio en la planta (Área foliar).

2.4 Determinación de Área Foliar y Peso Seco.

Ascencio y Fragas (1973). Mencionan que el área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación de las plantas, de ahí que la determinación adecuada del

mismo sea fundamental para la correcta interpretación de los procesos del desarrollo de un cultivo. Existen diferentes métodos para la determinación del área foliar: La elección del método dependerá del objetivo para el cual se realizará la medición del nivel de exactitud deseado del trabajo. Por otra parte, el tamaño de la muestra, la morfología de la hoja y la disponibilidad del tiempo y equipo por parte del investigador, son aspectos importantes a tener en cuenta al seleccionar un determinado método.

Burd y Lomas (1976). Realizaron un experimento en el que utilizaron diferentes métodos para determinar área foliar en diferentes cultivos para obtener en base a una comparación en precisión y costo al mejor, encontrando que el planímetro y el fotométrico fueron los más precisos, mas no los más rápidos; sin embargo, el método de cuadrícula o intersección de celdillas fue el más rápido, económico y exacto a comparación de los demás, contando que no se requiere de instrumentos especiales.

Wayne y Laurin (1984). Realizaron trabajos de investigación en papa (*Solanum tuberosum* L.) en donde estimaron el área mediante mediciones longitudinales, realizadas desde la base del pecíolo al ápice de las hojas, con una posición paralela a la base de la hoja; fue medida con un medidor automático de área foliar y se encontró que las mediciones lineales a través de la vena principal de la hoja, se correlaciona significativamente con el medidor de área foliar, los coeficientes de correlación obtenidos fueron de 0.92 y 0.97.

Sepúlveda y Kliwer (1985). Determinaron la relación entre peso húmedo y el área foliar, además de establecer la correlación entre la longitud de la hoja y el peso, o el producto de longitud por el ancho y el área foliar calculada, como humedad por unidad de peso de una función conocida de área foliar.

Froar citado por Hernández (1986). Menciona que la medición fotométrica consiste en colocar la hoja en la emisión de la luz y la celdilla fotoeléctrica, la reducción en la transmisión de luz se correlaciona directamente con el área de la hoja. Su exactitud depende de la forma en que son colocados y con un ángulo correcto en la columna de luz emitida.

El peso seco puede ser obtenido de cualquier planta, pero se menciona que es preferible separar los diferentes órganos como son hojas, tallos, frutos y raíces; como mencionan algunos autores, la planta completa o en partes es llevada al secado en una estufa a una temperatura y tiempo que varía según el contenido de humedad.

Davis *et al* (1983). Realizaron análisis detallados del crecimiento de la variedad Russet Burbank para validar y estandarizar un modelo computarizado de crecimiento que se está desarrollando en cooperación entre la Universidad de Idaho y la Universidad de California, en Davis. En cada una de las localidades (Aberdeen y Kimberly en Idaho), las plantas fueron divididas en folíolos, pecíolos, entrenudos, tubérculos y raíces. Los índices

de área foliar y los ángulos de elevación de las hojas fueron determinados en estratos de 20 cm.

En Kimberly las plantas emergieron aproximadamente diez días antes que en Aberdeen. En ambos lugares el incremento en peso seco total fue curvilíneo durante 30 a 40 días después de la emergencia y luego fue lineal hasta el final del estudio. El peso máximo por sitio del material aéreo de la planta fue ligeramente superior en Aberdeen pero se encontraron más valores cercanos al máximo en Kimberly. El área foliar total en Aberdeen alcanzó un máximo de aproximadamente 4, 4.0, mientras que el máximo en Kimberly fue 5.5.

El peso seco de las raíces alcanzó un máximo mucho más pronto y el cambio en el peso seco de las raíces fue paralelo al cambio en la parte aérea de la planta en ambas localidades. La iniciación de la tuberización tuvo lugar en ambas localidades aproximadamente el 19 de junio. Después de un incremento inicial, el número de tubérculos por sitio disminuyó durante varias semanas. El número final de tubérculos por sitio fue seis en Aberdeen y 12 en Kimberly. El peso seco por tubérculo presentó un aumento curvilíneo durante 20 a 30 días y quedó luego constante en 0.68 y 0.37 gramos por tubérculo por día en Aberdeen y Kimberly respectivamente. Las tasas de engrosamiento fueron 17 y 21 g/m² por día respectivamente. Los rendimientos totales fueron 39 t/ha en Aberdeen y 49 t/ha en Kimberly. El rendimiento más alto de tubérculos obtenido en Kimberly se debe a una tasa más alta de engrosamiento y a una mayor duración del área foliar

2.5 Producción de Materia Seca.

Según Pimienta y Otero (1985) en la papa (*Solanum tuberosum* L.) la acumulación de materia seca es primeramente más activa en las raíces que en el tallo, hojas y estolones, después pasa acumularse en la parte aérea en la planta, posteriormente se encontró mayor acumulación en el período de tuberización.

Setlink (1970). Menciona que en los estudios fisiológicos llevados a cabo en los últimos 20 años, destacan la producción de materia seca como factor fundamental del rendimiento de cualquier cultivo.

2.6 Influencia de la temperatura en la tasa de crecimiento.

Benoit *et al* (1983). Evaluaron plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) las cuales fueron utilizadas para establecer la tasa de crecimiento de la parte aérea al ser expuestas a diferentes temperaturas constantes (10, 15, 20, 25, 30 y 35°C) por períodos de 72 horas y determinar un óptimo térmico para la tasa de crecimiento vegetativo. El máximo crecimiento medio (de acuerdo al porcentaje de área foliar) ocurrió a 25°C, mostrando un máximo alargamiento de tallos a 30°C.

2.7 Efectos de temporada, altitud, irrigación y fertilidad sobre el crecimiento y rendimiento de tubérculos de papa.

Manrique (1989). Analizó los resultados de los experimentos conducidos en Hawai para estudiar los efectos de la temporada, altitud, irrigación, y la fertilidad sobre el crecimiento

y rendimiento en tubérculos de papa, utilizando técnicas estándar de análisis de crecimiento. El objetivo fue el de determinar los efectos de la temporada, nutrientes, y disponibilidad de agua sobre el índice de área de hoja (IAH) y la producción y distribución de materia seca en el cultivar de Kennebec.

La irrigación elevó el IAH en el verano y en el invierno en 3.1 y 2.5 veces, respectivamente. La tasa de asimilación neta (TAN) al momento del crecimiento de los tubérculos varió de tres a cinco y de 5-7 g/ m²/ día en verano e invierno, respectivamente. La tasa de crecimiento de los tubérculos y del cultivo (TCT y TCC) fueron consistentemente mayores en el invierno que en el verano. La irrigación y la fertilización incrementaron significativamente la TCT. También afectaron el coeficiente de distribución (CD). Es decir TCT/TCC. Las plantas de parcelas erosionadas severamente tuvieron valores de CD más altos que las plantas de parcelas no erosionadas. En las parcelas erosionadas severamente, el CD disminuyó con el incremento de fertilizante aplicado.

2.8 Efecto de temperatura en plantas de papa.

2.8.1 Efecto de altas temperaturas.

Ben Khedher y Ewing (1985). Evaluaron seis cultivares de papa de Norteamérica los cuales fueron cultivados en dos invernaderos con 18 horas de luz; en donde observaron que las temperaturas altas causaron en los dos experimentos hojas más pequeñas, plantas más altas, altos valores en relación tallos sobre hojas, y traslocación de materia seca de los tubérculos hacia los tallos y hojas. El porcentaje de materia seca de los tubérculos fue

más bajo, la madurez se retrasó, y los tallos desarrollaron menos tubérculos. Los cultivares de papa presentaron diferente tolerancia a altas temperaturas. Entre los seis cultivares de Norteamérica en el primer experimento, Norchip sobresalió por su tolerancia. En el segundo experimento con cinco cultivares diferentes, LT-2 fue el menos afectado. Para el tratamiento más frío el mejor rendimiento de los dos experimentos fueron de los dos clones seleccionados.

Gawronska *et al* (1992). Estudiaron las formas de distribución de los productos de la fotosíntesis marcados con C^{14} para determinar su relación con la acumulación de materia seca y su distribución en cuatro clones de papa (Desirée, DTO-28, LT-1 y Russet Burbank). Se compararon plantas colocadas en cámaras de crecimiento a 35/25°C de temperaturas diurna/nocturna y 12 horas de fotoperíodo dos semanas después de iniciarse la tuberización, con plantas de crecimiento continuo a 25/12°C. La temperatura alta redujo la producción total de materia seca y alteró la distribución de la misma en favor del follaje a expensas de los tubérculos. La distribución de los productos asimilados en los tubérculos no fue consistentemente mayor en los clones considerados como resistentes al calor.

Malik *et al* (1993). Investigaron el efecto de las altas temperaturas de estación sobre plantas de papa en condiciones de campo, cerca de Peshawar, Pakistán. Durante la estación primaveral se sembraron cinco clones de papa (A79196-1, Desirée, DTO-28, LT-1, Russet Burbank) en dos localidades. Se determinó el desarrollo del follaje, el peso

seco de las ramas y de los tubérculos, a intervalos de 13 días a partir de los 68 días después de la siembra (DDS) el rendimiento fue mas alto en los clones tolerantes al calor que en clones susceptibles al calor. La localidad afectó en forma significativa a el peso seco de los tubérculos. El peso seco de los tubérculos de Russet Burbank fue menor, de manera consistente, que el de los tubérculos de DTO-28. El follaje cubrió el campo mas temprano en el clon DTO-28, alcanzando su punto máximo a los 75 DDS, comparado con 90 días para Desirée. El clon DTO-28 puede ser promisorio para cultivos de corta duración en regiones mas cálidas debido a su alto rendimiento en condiciones tanto frías como calientes y a su desarrollo relativamente precoz.

2.8.2 Tolerancia al calor y al frío.

Hetherington *et al* (1983). Evaluaron la tolerancia al calor y al frío de 13 clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) comúnmente cultivada, cinco clones fueron considerados para ser adaptados a climas calientes y los otros para clima frío, únicamente en condiciones donde pudieran desarrollar la habilidad de producir tubérculos. Todos los clones adaptados al calor mostraron una acrecentada tolerancia al calor comparándolos con los clones adaptados al frío. La alta tolerancia al calor también fue correlacionada con una gran tolerancia con respecto a un castigo al frío de 0°C y se sugiere que los clones adaptados al calor sean seleccionados cuando muestren un aumento generalizado en su capacidad para desenvolverse a los castigos del medio ambiente de los distintos géneros, que tal vez de un genotipo específico adaptado a tolerar temperaturas calientes. Las tolerancias al calor y al frío son también determinantes para otras especies de papa que

son cultivadas en la región Andina de América del Sur. De estos *S. phureja*, el cual se establece a bajas altitudes en la cuesta oriental de los Andes, el cual ha mostrado una tolerancia al calor comparable a la de los clones adaptados al calor de la papa común, en los dos de mayor tolerancia al calor los cuales contienen en sus progenitores *S. phureja*. Las especies diploides y triploides de papa cultivadas son considerablemente más tolerantes al frío que los clones de papa común.

La variabilidad genética en las tolerancias al calor y al frío tanto en papas cultivadas como en papas primitivas es ampliamente discutido en relación al aumento en la tolerancia de la papa a estos castigos.

Sipos y Prange (1986). Evaluaron plantas de 40 días de edad, de diez cultivares de papa, *Solanum tuberosum* L. (Alpha, Atlantic, Bintje, Caribe, Kennebec, Red Pontiac, Russet Burbank, Sebago, Shepody, y Superior), las cuales fueron puestas en una cámara de ambiente controlado mantenida continuamente a 35°C, y su crecimiento (Índice Plastochron), y varios parámetros de la fluorescencia clorofílica (O, P, T, Fv, y Fr) fueron medidos después de 1, 14, 21, y 28 días de exposición a esas condiciones. Los cultivares fueron agrupados de acuerdo a la tolerancia al calor basada en la supervivencia de tres de cuatro plantas. El grupo menos tolerante al calor, que sobrevivió 14 días, incluyó a Atlantic, Bintje, y Superior. El grupo de tolerancia intermedia, sobrevivió 21 días de exposición e incluyó a Kennebec, Red Pontiac, y Sebago. El grupo que mejor toleró el calor, sobrevivió 28 días de exposición incluyendo a Alpha, Caribe, Russet Burbank, y Shepody. Además, se midieron, en un segundo experimento, los parámetros de

fluorescencia clorofílica de seis plantas de cada cultivar, después de 1 h, a 5, 15, 25, y 35 °C de exposición. En todos los casos, las plantas en el grupo con menor tolerancia mostraron menos fluorescencia que las plantas con tolerancia media o alta, sugiriendo que las plantas con menor tolerancia a la exposición a altas temperaturas tenían una transferencia menor de energía a través del FSII (Fotosistema II).

Basu y Minhas (1990). Estudiaron seis genotipos de papa con diferentes grados de tolerancia al calor, los cuales se desarrollaron en lugares con temperaturas máxima/mínima 38/25°C por 14 h durante el día bajo luz natural y en condiciones de invernadero. Anteriormente al muestreo, las plantas fueron colocadas a un período oscuro de 14 h. Todos los genotipos mostraron una baja tasa de transporte asimilativo. Se sugiere que la producción pobre de los genotipos susceptibles al calor y a condiciones de días largos se relaciona a la disponibilidad insuficiente de transporte de azúcares.

2.8.3 efecto de la temperatura en el arreglo del C¹⁴ en las fracciones de carbohidratos.

Wolf *et al* (1990). Estudiaron el efecto de la temperatura en la división del reciente arreglo C¹⁴ entre las varias fracciones de los carbohidratos estas fueron estudiadas en diferentes órganos de la planta de tres variedades de planta. En todas las variedades la incorporación de C¹⁴ dentro de los componentes de la pared celular fue en el ápice y tallo de la planta, así mismo, esta es incorporada dentro del almidón en el tallo, la cual fue aumentada a altas temperaturas. La variedad Norchip, que fue establecida para ser menos sensible a las altas temperaturas ya que esto es indicado por la traslocación del carbón en

los tubérculos. Se sugiere que las altas temperaturas afectan el metabolismo del carbón en varios órganos de la planta y que las modificaciones resultantes son asociadas con el cambio en la división de asimilatos entre estos órganos.

2.8.4 Efecto de altas temperaturas y respuesta al fotoperíodo.

Tibbitts *et al* (1992). Evaluaron 24 cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) de diferentes partes del mundo en relación a sus respuestas a luz continua (fotoperíodo de 24 h) y alta temperatura (30°C) en dos experimentos separados en ambientes controlados. En cada experimento se efectuó una primera evaluación de los cultivares 35 días después del trasplante, momento en el cual se seleccionaron 12 cultivares que exhibían el mejor crecimiento e inicio de tuberización. La evaluación final de los 12 cultivares se realizó después de 21 días adicionales de crecimiento, determinando la altura de planta, peso seco total, peso seco de los tubérculos y el número de los tubérculos. Entre los cultivares seleccionados bajo alta temperatura, Rutt, Haig, Troll y Bake King tuvieron el mejor comportamiento y Atlantic, Alpha, Kennebec y Russet Burbank mostraron el menor potencial de producción. Por lo tanto, Haig y Rutt fueron los dos cultivares que se comportaron bien bajo condiciones de radiación continua y alta temperatura, pudiendo tener un potencial máximo para adaptarse a variados castigos del ambiente. Estos dos cultivares pueden tener el mejor potencial para ser utilizadas en la agricultura espacial del futuro en la cual puedan existir condiciones de luz continua y/o de alta temperatura. Sin embargo las respuestas de los cultivares, bajo una combinación de luz continua y alta temperatura tendrán que ser evaluadas posteriormente.

2.8.5 Intercepción de la luz y su relación en la producción de tubérculos.

Sale (1973). Estudió el comportamiento de dos cultivares de papa variedad Sebago sembrados en primavera y en verano, respectivamente. Estos fueron cultivados bajo condiciones de alta energía solar (diariamente en promedio por cada uno de los experimentos 23.1, 22.2, y 13.9 $\text{Mj m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente.) en la áreas de riego de Murrumbidgee al sur de New Wales.

Los tratamiento fueron combinados a niveles de energía solar (0, 21 y 34 % de sombra durante todo el crecimiento) y con dos niveles de irrigación (suelo restablecido a capacidad de campo con una humedad de suelo estimada a déficit de 2.0 cm ó 3.5 cm en uno de los experimentos, y 3.5 ó 5.0 cm en el otro). Los análisis de crecimiento se realizaron para todos los cultivares en cada uno de los experimentos. Las medidas mostradas por el medio ambiente fueron de poco efecto a las que se encontraban cubiertas por la sombra a la temperatura o a la humedad relativa del aire, y en algunas medidas ocasionales de temperatura foliar y potencial hídrico foliar, que mostraban únicamente pequeñas diferencias en las plantas sombreadas con respecto a las no sombreadas.

Las diferencias de peso seco en hojas y tallo entre las plantas en algunos de los tratamientos fue pequeña, excepto el área foliar y la longitud de tallo que se vieron aumentadas; en contraparte, el peso foliar específico disminuyó al aumentar el tiempo de sombra. Un aumento en el tiempo de sombra también disminuye el número de tubérculos por tallo con respecto al desarrollo, y este período no influye el tiempo de iniciación; el tiempo entre el período de iniciación y la tasa de desarrollo de máximo llenado se elevó al

aumentar el tiempo de sombra. Las tasas de llenado sin sombra fueron altas y ligeramente menores a las sombreadas.

Burstall y Harris (1982). Estudiaron la medición de la intercepción de la luz en los cultivos de papa. La medición de luz interceptada puede realizarse con tubos solarímetros colocados horizontalmente arriba y abajo del follaje. Así, cuando el cultivo reside y/o principia la senescencia, la observación visual sugiere que el área sobre el solarímetro no pueda ser representativa de la parcela como un total.

Como una alternativa para la medición directa de la intercepción de la luz, puede ser una correlación que sea obtenida entre la intercepción de la luz y algunas otras mediciones en un número pequeño de parcelas. La intercepción de la luz puede entonces ser estimada desde estas mediciones sobre el resto del experimento.

Gawronska y Dwelle (1989). Estudiaron la influencia de la irradiación variable sobre el crecimiento y la división y distribución de los nutrientes producto de la energía luminosa por las plantas de papa. Las plantas fueron cultivadas en el invernadero bajo dos regímenes luminosos: a) niveles altos de luz (HL) con un máximo de 500 a 1200 $\mu\text{E m}^{-2} \text{seg}^{-1}$, variando con los cambios de luz solar natural y la hora del día, y b) niveles de luz bajos (LL) aproximadamente de un cuarto (21 a 28 %) de la iluminación alta. Se seleccionaron tres estados de desarrollo y tres fechas de cosecha para el estudio de los patrones de división y distribución de los nutrientes.

Los niveles bajos influenciaron el crecimiento de las plantas de papa Russet Burbank 1) cambiando algunas características morfológicas, 2) disminuyendo la biomasa total de la planta y el rendimiento en tubérculos, y 3) cambiando la relación disminución-origen al estimular el crecimiento de las hojas y de los tallos a expensas de los tubérculos.

Gawronska *et al* (1990). Estudiaron la influencia de varios valores de irradiación sobre el crecimiento y la división de los productos de la fotosíntesis por las plantas de papa. Cuatro clones (Russet Burbank, Lemhi Russet, A66107-51, y A6948-4) fueron mantenidos bajo dos regímenes de luz (HL) de 500 a 1200 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$, variando los cambios de luz solar natural y la hora del día, y b) niveles bajos de luz (LL) de aproximadamente la cuarta parte del nivel alto (21 a 28 %). Tres semanas después de iniciada la tuberización, las plantas de todos los clones respondieron a los niveles bajos de luz de manera similar: 1) con cambios de ciertas características morfológicas, 2) con la disminución de la biomasa acumulada y del rendimiento en tubérculos, y 3) con cambios en la relación fuente-demanda, promoviéndose el crecimiento de hojas y tallos a expensas de los tubérculos. Sin embargo, hubieron diferencias clonales evidentes en las reacciones al crecimiento en el nivel bajo de luz; por ejemplo, Lemhi Russet pareció ser mucho más sensible al castigo a la luz, mientras que los clones A66107-51 y A6948-4 fueron mucho menos sensibles. Sin importar cuál fuera la irradiación anterior (HL ó LL), el clon A6948-4 fue capaz de mantener tasas más altas de fotosíntesis que los otros clones a todos los niveles, entre 200 y 1200 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Este estudio mostró que existe potencial para el

mejoramiento en busca de cultivares que puedan mantener tasas más altas en tubérculos bajo niveles bajos de iluminación.

2.9 Efecto del espaciamiento de los tubérculos-semillas.

DeBuchanne y Lawson (1991). Estudiaron durante 1986, 1987 y 1988 en dos localidades de Iowa el efecto de población de plantas y del momento de la cosecha sobre rendimiento y calidad de fritura a la inglesa de la papa. Se condujeron evaluaciones cerca de Muscatine al este de Iowa, y Whiting, al oeste del mismo estado. Los cultivares Atlantic y Norchip fueron sembrados a distanciamientos de 15, 31 y 46 cm entre plantas y fueron cosechados aproximadamente a las 12, 14 y 16 semanas después de la siembra. Atrasando la cosecha hasta las 14 o 16 semanas después de la siembra dio como resultado rendimientos mas altos y mejores densidades específicas para ambos cultivares. Las poblaciones de semilla mas grande incrementaron los rendimientos tanto de Atlantic como de Norchip. Las poblaciones mas densas produjeron también un pequeño incremento de la gravedad específica. El distanciamiento de la semilla no afectó significativamente el color de las papas fritas a la inglesa. En comparación con Norchip, Atlantic produjo tubérculos con gravedades específicas mas altas durante toda la temporada y mayores rendimientos totales en la última fecha de cosecha. Sin embargo, Atlantic mostró susceptibilidad al corazón vacío; la incidencia del corazón vacío se redujo con un menor distanciamiento.

Rykbost y Maxwell (1993). Evaluaron desde 1987 hasta 1991, los efectos del espaciamiento de los tubérculos-semillas sobre el comportamiento de siete cultivares de papa sembrados en la Estación Experimental de Klamath al sur de Oregon. Los espaciamientos de los tubérculos-semillas en surcos a 81 cm incluyeron 17, 22, y 30 cm, representando las variaciones en la práctica comercial local. La mayor parte de las variedades evaluadas experimentaron incrementos altamente significativos en el tamaño del tubérculo conforme disminuían las poblaciones. Atlantic fue la única variedad que mostró reducción total de rendimiento o el rendimiento total de tubérculos de grado U.S. No 1 a bajas poblaciones. La población de plantas tuvo efectos limitados sobre la incidencia del corazón vacío y ningún efecto sobre la gravedad específica en la mayoría de las variedades. El óptimo para los tubérculos-semillas, de los cultivos para consumo inmediato o procesamiento, varió de 17 cm para Century Russet y Atlantic, a 30 cm para Russet Norkotah, Century Russet, Gemchip; Atlantic produjo los rendimientos comerciados más altos. Russet Norkotah experimentó la más grande variabilidad de rendimiento entre los diferentes años. Atlantic y Gemchip fueron las más consistentes en rendimiento de tubérculos U.S. No 1 en todos los años.

Halderson *et al* (1992). Realizaron un trabajo el cual consistió en sembrar a mano, semillas cortadas de papa a diferentes distancias en el surco y porcentajes de doble número de secciones, para determinar los efectos sobre el rendimiento total y la distribución por tamaño de los tubérculos. El objetivo fue determinar niveles aceptables de comportamiento para los productores comerciales de papa. El tamaño promedio de

tubérculo aumentó conforme disminuyó el porcentaje del doble número de secciones de semilla o conforme se incrementó en el surco el espacio entre las secciones unitarias de la misma. El rendimiento de los tubérculos con menos de 113 g fue el parámetro más sensible y se incrementó conforme disminuyó la distancia en el surco y aumentó el porcentaje de doble número de secciones de semilla. El rendimiento de los tubérculos con más de 283 g se incrementó con la mayor distancia en el surco, pero sólo en el primer año. El rendimiento total no fue afectado por el cambio de distanciamiento en el surco o el porcentaje de doble número de semillas.

2.10 Efecto de fertilización nitrogenada y potásica en la producción de tubérculos.

Kleinkopf *et al* (1981). Evaluaron la tasa y duración de crecimiento de tubérculos con la finalidad de determinar la producción de tubérculos en papa (*Solanum tuberosum* L.). Los cultivares siguen desarrollando hojas y absorbiendo nutrientes mientras desarrolla tubérculos, las tasas pueden tener un alto fin de producción de tubérculos no obstante diferentes requerimientos nutricionales de nitrógeno.

El objetivo de este estudio fue el de obtener información relativa de plantas que desarrollen tasas de nitrógeno disponible para la selección de cultivares de papa. La acumulación de materia seca total, la acumulación y asimilación de nitrógeno en cultivares indeterminados como: 'Russet Burbank', 'Lemhi Russet', 'Centennial Russet', y una avanzada selección A66107-51 fueron comparados con dos cultivares determinados, 'Pioneer' y 'Norgold Russet', con tres tratamientos de nitrógeno.

Los altos niveles de nitrógeno disponible en el suelo para las plantas disminuye la

lineal de crecimiento de tubérculos de papa a períodos de 7-10 días pero con menores efectos en el tiempo de iniciación de tuberización para variedades indeterminadas. Las tasas de máximo crecimiento de tubérculos son de 900 a 1300 kg/ha/día. A66107-51 fue superior en el uso eficiente de nitrógeno comparado con los otros cultivares. Entre el 70-100% de nitrógeno total disponible fue utilizado por este cultivar en una alta producción. El conocimiento del crecimiento de la planta y la absorción de tasas de nitrógeno pueden mejorar las recomendaciones de dosificación de fertilizantes para cada cultivar.

Westermann *et al* (1994). Evaluaron las relaciones entre la parte superior del tallo y el cuarto pecíolo de plantas Russet Burbank en estudios de campo que tenían aplicaciones variables de N, P, K, Zn, o Mn. La parte superior del tallo fue obtenida seccionando al mismo por debajo de la sexta hoja y eliminando todas las hojas y el meristemo terminal. Las concentraciones de NO_3^- -N, P, K, Zn y Mn estuvieron entre deficientes y suficientes. Una ventaja significativa en el uso de la parte superior del tallo es la eliminación del problema de selección del pecíolo en el muestreo.

De la Morena *et al* (1994). Estudiaron las relaciones entre la producción de tubérculos y los componentes del rendimiento en función de la variedad y fertilización nitrogenada en el cultivo de papa, se ha realizado un análisis mediante coeficientes de sendero basado en un diagrama ontogenético. Se llevaron a cabo para ello cuatro experimentos entre 1987 y 1989 en Granada, al Sur de España. Dos de ellos con seis variedades y otros dos con nueve dosis de N total, repartido entre fondo y cobertera. Las variaciones en la producción de tubérculos debidas a la variedad han dependido principalmente del número

de tallos por m^2 , del número de tubérculos por tallo y en menor proporción del peso medio de los tubérculos. Sin embargo, en los experimentos de aplicación de N, el peso medio por tubérculo fue el único componente del rendimiento que mostró un efecto directo significativo sobre la producción final, mientras que el número de tallos por m^2 y el número de tubérculos por tallo sólo ejercieron efectos directos insignificantes. El diagrama ontogenético utilizado reveló también la existencia de mecanismos de compensación durante la formación de los tres componentes del rendimiento en la papa, que resultaron más pronunciados en los experimentos de N.

Westermann *et al* (1994). Evaluaron mediante dos experimentos de campo bajo irrigación las interacciones N*K con la fuente de K sobre los rendimientos en tubérculos y la gravedad específica (GE) de Russet Burbank. Dosis de nitrógeno de 0, 112, 224 o 336 $kg\ ha^{-1}$ se combinaron con dosis seleccionadas de K de 0, 112, 224 o 448 $kg\ ha^{-1}$ como KCl o como K_2SO_4 en un factorial incompleto. Un modelo de regresión lineal múltiple fue adaptado a los datos y utilizado para pronosticar el rendimiento y la GE por un factorial completo para cada fuente de K. Tanto las aplicaciones de N como las de K incrementaron los rendimientos, independientemente de la fuente de K. La dosis de 336 $kg\ ha^{-1}$ de nitrógeno disminuyó los rendimientos. El potasio, hasta 448 $kg\ ha^{-1}$, aumentó los rendimientos. Ambas fuentes de K disminuyeron la GE en cantidades similares con la aplicación de nitrógeno; sin N, el KCl disminuyó la GE, lo que no hizo el K_2SO_4 . El N también disminuyó la GE: Las concentraciones de NO_3-N y de K en el peciolo estuvieron positivamente relacionadas a los rendimientos, y negativamente a las gravedades

específicas. Las concentraciones de K en el peciolo, 100 días después de la siembra, debieron ser superiores a 4.5. Para los más altos rendimientos en tubérculos. La interacción N*P, fuente de K fue importante para rendimientos a bajo contenido disponible de N y para GE a disponibilidades de N adecuadas. Este estudio muestra que los fertilizantes nitrogenados y potásicos pueden ser aplicados de acuerdo a su concentración en el suelo y los requerimientos del cultivo, sin considerar, generalmente la fuente de K.

Porter y Sisson (1993). Evaluaron papas Russet Burbank y Shepody, las cuales fueron cultivadas con los siguientes tratamientos nitrogenados: 1) 90 kg ha⁻¹ aplicados al momento de la siembra; 2) 180 kg ha⁻¹ al momento de la siembra; 3) 90 kg ha⁻¹ a la siembra y a continuación una aplicación adicional de 90 kg ha⁻¹ después del inicio de la tuberización; y 4) 90 kg ha⁻¹ a la siembra y 45 kg ha⁻¹ adicionales aplicados posteriormente. Cuando se compararon con los tratamientos de 90 kg ha⁻¹ aplicados al momento de la siembra, las concentraciones de NO₃ -N en el peciolo, se incrementaron rápidamente después del abonamiento y fueron relativamente constantes hasta media temporada. El abonamiento nitrogenado de cobertura incrementó significativamente los rendimientos totales en relación con el tratamiento de 90 kg ha⁻¹ de N aplicado al momento de la siembra, en un promedio de 5 toneladas/ ha⁻¹ en tres de nueve experimentos. Tres de los experimentos, en los cuales el rendimiento no se incrementó significativamente, se encontraban en lugares en donde no se esperaba respuesta a la aplicación suplementaria de N basada en la prueba de NO₃ N⁻¹ en el peciolo. En dos de estos lugares experimentales el cultivo anterior fue trébol rojo utilizado como abono

verde. Los criterios de prueba de $\text{NO}_3\text{-N}$ en el peciolo fueron solamente efectivos parcialmente para identificar los lugares donde se presentaba una respuesta al abonamiento nitrogenado de cobertura. Cuando se comparó con la aplicación única de 180 kg N ha^{-1} a la siembra, la aplicación dividida de 90 kg N ha^{-1} redujo significativamente los rendimientos totales en uno de nueve experimentos y no afectó los rendimientos en los otros ocho experimentos. La uniformidad de los tubérculos se vio mejorada por la aplicación dividida de N, en tres de nueve experimentos. La gravedad específica no fue significativamente afectada. La utilización de 45 kg N ha^{-1} como abonamiento de cobertura dio rendimientos similares al abonamiento de cobertura de 90 kg N ha^{-1} , no obstante que el rendimiento de tubérculos de mayor tamaño fue frecuentemente menor con las dosis de nitrógeno.

El uso de dosis reducida de N al momento de la siembra, seguidas por el abonamiento nitrogenado de cobertura, parece no incrementar los rendimientos de papa Russet Burbank y Shepody no irrigadas cuando se compara con las dosis de N aplicadas al momento de la siembra que normalmente son recomendadas. Este método de manejo puede mantener los rendimientos a niveles comparables a los programas que aplican el N al momento de la siembra y permite reducir las dosis aplicadas de N en los lugares donde las reservas de N del suelo y las mejoras aplicadas al suelo pueden significar una contribución sustancial de N para el cultivo de papa. Las aplicaciones de cobertura pueden mejorar frecuentemente los rendimientos y el tamaño de los tubérculos cuando las papas no han contado con el debido abonamiento al momento de la siembra. Sin

embargo, se puede esperar cierta inconsistencia en la respuesta en regiones que dependen de una precipitación natural difícil de predecir.

James *et al* (1994). Estudiaron los efectos de las dosis de fertilizantes nitrogenados y potásicos sobre las concentraciones en los pecíolos de papa Russet Burbank creciendo en suelo Millville aluvión-franco, altamente calcáreo, con bajos contenidos de P y el S no limitaran el crecimiento de las plantas. El diseño experimental fue un factorial incompleto, utilizando 14 combinaciones de fertilizantes N y K, incluyendo dos formas de K, para desarrollar un modelo de regresión de dimensión múltiple. Este método fue luego utilizado para producir superficies de respuesta como un medio para analizar los resultados e ilustrar los efectos del tratamiento con fertilizantes y sus interacciones sobre las composiciones químicas de los pecíolos. Hubo competencia entre las concentraciones de K y Mg en el pecíolo. La suma de K, Ca y Mg fue esencialmente constante en todos los tratamientos con fertilizantes y momentos de toma de muestras. Los datos indican que la calibración de las concentraciones de los principales elementos nutrientes en los pecíolos de papa, como una guía para la fertilización, requiere el conocimiento de los antecedentes de las condiciones de fertilidad del suelo con respecto a N, K, Cl, Ca y Mg y de los antagonismos y sinergismos entre los elementos.

2.11 Efecto de las dosis de fertilización de Calcio y Potasio.

Locascio *et al* (1992). Evaluaron los efectos de las dosis de fertilización de Ca y K, de la localización del Ca y del cultivar sobre el rendimiento en tubérculos y la concentración de

Ca y K. La concentración Mehlich del Ca extraíble del suelo varió de 436 a 860 mg/kg/ha⁻¹. La aplicación de Ca a razón de 0, 450 y 900 kg/ha⁻¹ de sulfato de calcio hidratado (gypsum) incrementó el Ca del suelo en cada temporada, y la concentración del Ca de la médula del tubérculo y del peridermo en una de tres temporadas. Los rendimientos fueron incrementados de 29.8 a 31.6 t/ha⁻¹ en una de tres temporadas. La gravedad específica no fue afectada por la dosis de Ca. Con un incremento en la aplicación K de 225 a 450 kg/ha⁻¹ las concentraciones de Ca disminuyeron en el peciolo y en la médula y en el peridermo en dos de tres temporadas y en el peridermo en una de tres temporadas. Los rendimientos no fueron afectados con las dosis de K, pero las gravedades específicas de los tubérculos fueron menores en dos de tres temporadas cuando se incrementó la dosis de K.

2.12 Uso y efecto de la utilización del agua en la producción de tubérculos.

Starck *et al* (1993). Condujeron estudios de campo en 1990-1991 para determinar los efectos de la interacción de la cantidad de agua aplicada y el momento de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de la papa, y el potencial de lixiviación del nitrógeno. Se aplicó riego por aspersión a aproximadamente 1.0, 1.2 y 1.4 veces la evapotranspiración estimada (EE) a papas Russet Burbank sembradas en un suelo franco-limoso. A continuación del inicio de la tuberización, se aplicaron en el sistema de riego 132 kg N/ha a las subparcelas con tratamiento nitrogenado utilizando ya sea seis aplicaciones semanales de 22 kg/ha o tres bisemanales de 44 kg/ha.

El riego excesivo redujo la zona radical y las concentraciones de NO₃-N de los

pecíolos durante la mayor parte del período de crecimiento de los tubérculos. En 1991 las aplicaciones bisemanales de 44 kg/N/ha produjeron en la temporada temprana en las parcelas 1.2 y 1.4 EE una mayor y más consistente zona radical, y concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$ en comparación con las parcelas con aplicaciones semanales de 22kg/N/ha. El peso seco de tubérculo, el peso seco total de la planta y la absorción de N por la planta al final de la temporada no fueron afectados por la cantidad de agua de riego ni por el momento de aplicación de N. Sin embargo, el riego excesivo redujo el rendimiento de tubérculos tanto en 1990 como en 1991. Las aplicaciones bisemanales de N produjeron rendimientos más altos de tubérculos que las aplicaciones semanales a todos los niveles de riego.

Trout *et al* (1994). Llevaron a cabo estudios de irrigación en parcelas durante tres años y en dos lugares del Valle del Tesoro al oeste de Idaho y este de Oregon, para determinar si las diferencias entre una irrigación por surco y una por aspersión, eran el resultado de prácticas de manejo comúnmente utilizadas o inherentes al método de irrigación. Con un buen manejo del agua, el método de irrigación no afectó los rendimientos, pero la irrigación por aspersión produjo tubérculos con una calidad visual ligeramente superior y una menor incidencia de azúcares terminales.

Stockle y Hiller (1994). Evaluaron en términos de sus efectos a la sonda de neutrones, la termometría infrarroja y el índice de presión de agua del cultivo, y un método de programación de riegos con apoyo computarizado sobre el rendimiento y calidad de los tubérculos y la utilización del agua. Los experimentos fueron conducidos durante 1990 y

1991, cerca de Othello en el centro de Washington, utilizando papas Russet Burbank cultivadas en un suelo tipo migajón-aluvión. Los tratamientos de riego no se aplicaron hasta después del inicio de la tuberización. En general, no hubieron diferencias en el número total de tubérculos y el rendimiento total en tubérculos en los diferentes métodos de programación. Sin embargo, en 1990, el método de la temperatura del follaje mostró una reducción en el rendimiento de tubérculos No 1.

Starck y McCann (1992). Condujeron estudios durante 1988 y 1989 en Aberdeen, Idaho, para determinar la distribución óptima de cantidades limitadas de agua para papas Russet Burbank. Al irrigar se aplicaron cantidades iguales al 60 u 80% de la evapotranspiración estimada (EE) para la temporada utilizando varios esquemas de distribución de agua. Los déficits de irrigación iguales a 20 o 40 de la EE fueron distribuidos ya sea uniformemente durante todo el período de formación de tubérculos o fueron impuestos durante dos de tres etapas consideradas de crecimiento (producción temprana, media y tardía) correspondientes a períodos de 0 a 3, 3 a 6 y 6 a 9 semanas después de iniciada la tuberización, respectivamente. Con fines de comparación, se incluyó un testigo irrigado al 100% de la EE. Las reducciones en el rendimiento total fueron mayores cuando los déficits de irrigación fueron impuestos durante las secuencias de crecimiento o durante la secuencia temprano-tardía de crecimiento; además redujeron las gravedades específicas y aumentaron los porcentajes de extremos oscuros.

Shock *et al* (1993). Examinaron los sólidos y los azúcares reductores de la papa (*Solanum tuberosum* L.), inmediatamente después y dos semanas después de un breve castigo del agua para determinar los cambios que ocurren en los tubérculos, directamente asociados al castigo de agua, en papas Russet Burbank y A082260-8 en la Estación Experimental Malheur, Ontario, Oregon. Las papas fueron expuestas a un sólo período de breve castigo de agua, omitiendo el riego por surco ya fuese al final de Junio, Julio o a comienzos de Agosto de 1988 y 1989, para determinar las diferencias varietales en los efectos del corto período de castigo de agua sobre los sólidos y azúcares reductores en el extremo basal del tubérculo.

Ninguna de las variedades respondió al breve castigo de agua o se recobraron del mismo con un aumento inmediato de azúcares reductores en alguna parte del tubérculo. Los azúcares reductores fueron abundantes en los tubérculos cosechados, particularmente en los extremos basales de las papas Russet Burbank expuestas al castigo de agua. Durante el período de castigo de agua, o inmediatamente después, no se encontraron incrementos de azúcares reductores en los tubérculos en relación con el breve castigo de agua, pero sí se observaron en los tubérculos cosechados.

Jefferies (1989). Estudió el aspecto y el crecimiento de las hojas individuales de la papa (*Solanum tuberosum* L.) durante el crecimiento, con dos tratamientos, uno seco y otro irrigado. La tasa de aparición de las hojas se incrementó y la duración de crecimiento de las hojas disminuyó en el cultivo seco en 1986 y el potencial hídrico de las hojas disminuyó, así como el potencial de turgencia.

El crecimiento ha sido altamente correlacionado al déficit de humedad en el suelo.

Rosenthal *et al* (1987). Analizaron los efectos de los déficit hídricos en el desarrollo foliar y transpiración, en diferentes etapas de crecimiento por lo que realizaron un estudio con sorgo y algodón. Las tasas de longitud de las hojas fueron medidas de 2 a 3 veces por semana durante el ciclo de cada cultivo. La extensión foliar se redujo tanto en algodón como en sorgo al reducir el agua. La transpiración por unidad de superficie también se vio afectada al reducir la cantidad de agua para ambos cultivos. En sorgo la senescencia foliar aumentó y a bajos niveles de irrigación.

Weiz *et al* (1994). Determinaron las respuestas del crecimiento de las hojas y de la transpiración a los déficits de agua, como una función de la fracción transpirable del agua del suelo (FTAS). La transpiración no fue afectada por el castigo de agua hasta que era alcanzada una FTAS crítica, cuando se consumía del 64% al 80% del agua extraíble del suelo, dependiendo del cultivar. Esto fue similar a la respuesta reportada para otros ocho cultivos. En términos de transpiración, la hipersensibilidad de la papa al castigo de agua a la sequía parece deberse a una extracción menos efectiva del agua del suelo. El crecimiento de las hojas, sin embargo, mostró una respuesta poco común a los déficits de agua en el suelo. El crecimiento de las hojas empezó a disminuir cuando se consumió el 40% del agua extraíble del suelo. La FTAS crítica asociada fue mayor que en cualquier otro informe anterior sobre los otros cultivos. Esta información indica que además de extraer agua del suelo, un proceso fisiológico adicional relacionado a la expansión foliar

debe estar contribuyendo a la hipersensibilidad de la papa a la sequía.

Kinkaid *et al* (1993). Estudiaron los efectos del manejo de la irrigación sobre la calidad de la papa, en especial de los factores que causan el oscurecimiento de los extremos de las papas fritas a la francesa o síndrome de azúcar terminal, en Kimberly, Idaho durante las temporadas bajo riego de 1987, 1988, 1989, y en Parma, Idaho en 1987 y 1988. Los tratamientos de riego fueron alta y baja frecuencia (3/semana y 1/semana) y dos o tres cantidades de agua aplicada referidas a la evapotranspiración estimada (EE). Ni la frecuencia de riego tiene mayor influencia sobre la calidad de la papa que la cantidad aplicada. Riegos más frecuentes dan lugar a tubérculos de calidad ligeramente superior y una menor incidencia de terminales oscuros cuando se les fríe. La temperatura del suelo estuvo inversamente relacionada al grado de calidad del tubérculo y directamente relacionada al porcentaje de tubérculos con el síndrome de azúcar terminal.

2.13 Procesos fisiológicos en papa.

Dwelle *et al* (1981). Estimaron en campo la resistencia difusiva estomatal (DR), la conductancia estomatal (SC), la fotosíntesis gruesa (P*G), el índice foliar visual (VLI), niveles nutritivos en el pecíolo, y actividad enzimática en el tubérculo y su influencia en la producción de tubérculos. En este estudio se utilizaron 17 y 19 clones de papa, respectivamente.

Muchos de los clones difirieron significativamente en DR, SC y P*G. El clon A6948-4 tuvo tasas grandemente significativas de DR, SC, Y P*G. Las diferencias que se presentaron se asocian a las características fisiológicas de cada clon y la interacción de algunos otros factores.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Localización del Área de Estudio: El experimento de campo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, y el estudio de laboratorio, en el Laboratorio de Fisiotecnia de la misma Universidad. Las características principales del área son: 25°22' latitud N, 101°03' longitud W y altitud 1743 msnm. La temperatura media anual es de 19.8°C. Los meses más cálidos son Junio, Julio y Agosto, con temperaturas que alcanzan hasta 39°C, mientras que en los meses de Diciembre y Enero, se registran las temperaturas más bajas, de hasta -13°C, presentándose heladas regulares en el periodo de Noviembre a Marzo. La precipitación media anual es de 350 a 450 mm, siendo los meses más lluviosos Julio, Agosto y Septiembre; en la época de invierno, las lluvias que se presentan son moderadas. **Tipo de clima :** BWhw (x')(e): clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias de verano y precipitación invernal al 10% del total anual. El fotoperíodo medio anual es de 11.99 horas.

3.2 Variedades en Estudio: ALPHA, MONDIAL, NORTEÑA, GIGANT, ATLANTIC, SNOWDEN Y RUSSET BURBANK. (Estos materiales se sembraron el 14/Junio/1996 y se fertilizaron en dos etapas, la primera al momento de la siembra a una dosis de 100-400-200 y la segunda el 28/Julio a una dosis de 100-00-00).

3.2.1 Características Agronómicas de las Variedades en Estudio.

ALPHA.

Progenitores: Paul Kruger x Preferent.

Creador: Prof. Dr. Ir. J. C. Dorst, Leeuwarden, Holanda.

Liberada: 1925.

Planta: tallos poco numerosos, robustos, de color morado pálido, extendiéndose poco; hojas bastante grandes, rígidas, verde grisáceo; folíolas primarias ovales, con pecíolos largos y nervios profundos; floración bastante abundante, inflorescencias bastante grandes, flores de color rojo morado claro, con bordes blancos.

Tubérculos: de forma oval redondeada; piel amarilla clara, generalmente áspera; carne amarilla clara; ojos bastante superficiales; de grandes a muy grandes, poco sensibles al "azuleado".

Maduración: tardía.

Rendimiento: de bueno a muy bueno; buen surtido.

Materia seca: con un contenido bastante alto.

Calidad Culinaria: bastante harinosa, bastante puro de color.

Follaje: de desarrollo lento algo abierto al principio, más tarde de tallos fuertes y robustos, cubriendo bien el terreno.

Brote: aparrado, al principio esférico, más tarde periforme, de color morado claro con bordes blancos.

Enfermedades: medianamente sensible a la *Phytophthora* de la hoja, poco sensible a la del tubérculo, poco resistente al virus del enrollado, inmune a la sarna verrugosa.

MONDIAL.

Progenitores: Spunta x SVP Ve 66295.

Planta: tallos predominantemente verdes, bastante numerosos, bastante gruesos, extendiéndose mucho; hojas bastante grandes, bastante flexibles, de color verde oscuro; folíolas primarias bastante grandes, anchas, con nervios bastante profundos; floración abundante, inflorescencias bastante grandes; flores blancas.

Tubérculos: grandes, de forma oval alargada; piel amarilla y lisa; carne amarilla clara; ojos superficiales; poco sensibles al "azuleado".

Maduración: tardía a muy tardía.

Rendimiento: muy alto.

Materia seca: contenido de mediano a muy bajo.

Calidad culinaria: algo harinosa, de color puro.

Follaje: de desarrollo rápido, más tarde alto y erguido, de tallos fuertes, cubriendo bien el terreno.

Brote: alargado, en forma de cilindro largo, de color rojo morado pálido, bastante pelosos, yema terminal pequeña, cerrada, verde; yemas laterales bastante largas.

Enfermedades: sensible a *Phytophthora* de la hoja, poco sensible a la del tubérculo, muy resistente al virus A y a la sarna verrugosa, resistente al patotipo A del nemátodo dorado.

NORTEÑA.

Progenitores: Atzimba x 55-22-3.

Planta: de tamaño regular, de hojas ovaladas y alargadas de tamaño mediano, floración abundante, con flores color blanco.

Follaje: es denso, de habito arbustivo tipo *tuberosum* y de color verde claro a oscuro en su primer etapa. Los tallos son gruesos, ligeramente pigmentados.

Tubérculos: de forma redonda, y produce de 8 a 12 por planta.

Piel: lisa de color amarilla.

Carne: blanca cremosa.

Maduración: Tardía.

Rendimiento: de bueno a muy bueno.

Almacenaje: aceptable

Calidad culinaria: aceptable.

Enfermedades: esta variedad es resistente al tizón tardío *Phytophthora infestans*.

GIGANT.

Progenitores: Elvira x AM 66-42.

Planta: tallos poco numerosos, bastante gruesos, extendiéndose poco, de color rojo morado pálido (principalmente en las axilas); de color verde claro; folíolas primarias bastante grandes y ovales, con nervios bastante superficiales; floración muy escasa, flores blancas.

Tubérculos: de forma oval; piel amarilla, parcialmente áspera; carne amarilla clara; ojos bastante superficiales.

Maduración: semitemprana a semitardía.

Rendimiento: muy alto.

Materia seca: contenido mediano.

Cafidad Culinaria: bastante firme al cocer, propensa a decolorarse después de la cocción.

Follaje: de desarrollo rápido, cubriendo bien el terreno.

Brote: al principio elipsoidal, más tarde coniforme, de color rojo morado pálido, poco peloso; yema terminal grande, abierta; yemas laterales cortas.

Enfermedades: medianamente sensible a la *Phytophthora* de la hoja, poco sensible al virus Yⁿ, inmune a los virus A y X y a la sarna verrugosa, resistente al patotipo A del nemátodo dorado.

ATLANTIC.

Progenitores: Wauseon x B5141-6.

Creador: U.S.D.A., Florida, Virginia, New Jersey , y la Estación Experimental de Agricultura de Maine.

Liberada: 1976.

Planta: de tamaño mediano, erguida, floración abundante; flores lavanda.

Tubérculos: de forma oval redondeada, ojos superficiales; piel clara y gruesa, escamosa, brillante; la carne blanca.

Maduración: Intermedia.

Rendimiento: alto.

Gravedad específica: alta.

Almacenaje: dormancia intermedia; mantiene buen color.

Calidad culinaria: Excelente firmeza al cocinar, gran calidad de fritura, y buena calidad en fresco para el mercado.

Enfermedades: Es resistente al PVX, a la necrosis de la red de los tubérculos, a la enfermedad bacteriana del ojo rosado, tolerante al marchitamiento por *Verticillium* y a la roña común, resistente al patotipo A del nemátodo dorado. Presenta susceptibilidad a las necrosis calientes, cuando asciende la temperatura y están establecidas en suelos arenosos.

SNOWDEN.

Progenitores: B5141-6 x Wischip.

Creador: Universidad de Wisconsin, Madison, Wisconsin. USA.

Liberada: 1990.

Planta: es de tamaño mediano, con flores medianas.

Tubérculos: de forma oval redondeada, ojos medianamente superficiales; piel brillante; carne blanca.

Maduración: de intermedia-tardía.

Rendimiento: alto.

Gravedad específica: alta.

Almacenaje: bueno.

Calidad culinaria: Excelente firmeza al cocinar, buena cocción, y buena calidad de horneado.

Enfermedades: tolerante a la roña común.

RUSSET BURBANK.

Progenitores: Un mutante de Burbank (semilla bola de Early Rose).

Creador: Luther Burbank (Lon D. Sweet seleccionó la mutación Russet).

Liberada: 1874.

Planta: de tamaño mediano, poco esparcimiento, y pocas flores blancas

Tubérculos: largos, de forma oval; ojos superficiales, y ampliamente distribuidos; piel gruesa, carne blanca.

Maduración: muy tardía.

Rendimiento: alto.

Gravedad específica: alta.

Almacenaje: bueno.

Calidad culinaria: buena cocción, excelente calidad de fritura, y buena calidad de horneado.

Enfermedades: resistente a la roña común, a la pudrición de almacenaje por *Fusarium* y a la pierna negra; es altamente susceptible al virus PVY.

3.3 Variables Morfológicas Evaluadas: Rendimiento, Altura, Cobertura, Número de Tallos, Peso Fresco y Seco de Tallos y Hojas.

3.3.1 Características de Evaluación de las Variables Morfológicas. A excepción del Rendimiento, las variables se estudiaron a través de seis muestreos durante el ciclo vegetativo. Las fechas de estos muestreos fueron las siguientes: el primer muestreo se realizó el 18/Julio, el segundo el 28/Julio, el tercero 13/Agosto, el cuarto el 28/Agosto, el quinto el 19/Septiembre, el sexto el 1/Octubre y se realizó un séptimo muestreo para los materiales mas tardíos, el 14/octubre.

Para la estimación de estas variables se utilizó equipo como: cintas métricas, reglas, balanza de precisión y estufa, (algunas de estas variables se realizaron en campo y otras en el laboratorio para su mejor manejo).

3.4 Variables Fisiológicas Evaluadas: Fotosíntesis Neta, Transpiración, Uso Eficiente del Agua y Conductancia Estomatal.

3.4.1 Características de Evaluación de las Variables Fisiológicas. Todas estas variables fueron medidas con ayuda del Fotosintetómetro portátil (LI-6200 PORTABLE PHOTOSYNTHESIS SYSTEM). Y se realizaron a través de dos muestreos en dos posiciones de la hoja en el dosel, superior e inferior.

Para la medición de fotosíntesis se procedió a calibrar el aparato de la siguiente forma:

- 1.- Se inició el flujo de CO₂ puro: Se conectó la fuente de CO₂ a la cámara secundaria y ventilar el exceso de CO₂ del área de trabajo, se movió el barril de la jeringa hacia atrás periódicamente mientras se realizaron los otros pasos.
- 2.- Se purgó el volumen primario: Se conectó una manguera en una de las válvulas del cilindro y en from sample, y se puso en PUM-ON, el flujo de gas libre de CO₂ colocando SCRUB-ON, DES-ON, se cerró la válvula de salida y el émbolo retrocedió, y se repitió esta operación 3 veces.
- 3.- Se llenó el cilindro con gas seco libre de CO₂ cuando el émbolo retrocedió completamente se esperó durante 10 seg. esto para crear una sobre-presión dentro del cilindro y cerraron las válvulas de entrada y salida.
- 4.- Se llenó e inyectó la jeringa: Se llenó la jeringa con el volumen deseado de CO₂ (500 ppm), se cerró la fuente de CO₂, se procedió a mover el barril de la jeringa completamente hacia adelante y se inyectó el contenido de CO₂ en la cámara primaria, se regresó el barril sin sacar la jeringa.
- 5.- Se mezclaron los gases en el cilindro: se agarró el cilindro horizontalmente con ambas manos y movió vigorosamente de manera circular de manera que los balines se deslizaran por las paredes internas del cilindro, esto por 30 seg.
- 6.- Flujo de la mezcla de gas del cilindro al LI-6200: se conectó una manguera del cilindro a TO SAMPLE y se colocó el cilindro sobre el émbolo y se empezó el flujo al terminar, y se esperó durante 30 seg. y se ajustó con el botón SPAN.

Operación del LI-6200

- 1.- Se checaron los parámetros de la página (FCT 41).

07339

BANCO DE TESIS

2.- Se estabilizó el aparato a las condiciones de trabajo por $\frac{1}{2}$ hora.

3.- Se colocó FCT 48 y luego RTRN- RTRN, se checó este parámetro durante el día.

Flujo = 0.0

4.- Se colocó FCT 49: CO₂ referencia = 0.0 esta se realizó durante el día.

5.- Se colocó DES ON, SCRUB OF, FAN ON, RESPON PUM ON.

6.- Se calibró el analizador de CO₂ ZERO y SPAN colocando SCRUB ON, y se presionó el monitor, flujo y CO₂. El flujo marcado fue de 800 a 1000 m seg⁻¹ y el CO₂ alcanzó el cero rápidamente, y se ajustó con el tornillo ZERO y el seguro.

7.- Se colocó en SCRUB OFF, PUM OFF y el valor de CO₂ aumentó, alcanzando la verdadera concentración de CO₂.

8.- Para realizar la primera lectura se colocó en DES ON, FAN ON RESPONSE I, SCRUB OFF y PUM ON, se colocó la hoja en la cámara y se cerró, se monitoreó CO₂ y flujo, se prendió el ventilador de la cámara y se applanó el botón izquierdo por 1 seg. y luego se soltó, y el aparato empezó a tomar la lectura.

9.- Se almacenaron los datos que se obtuvieron presionando STORE.

10.- Se introdujeron datos auxiliares por lo que se presionó AUX luego EDIT y se metieron los datos de la planta y de la hoja.

11.- Para cambiar el área de la hoja se applanó área y se hizo el cambio y luego se presionó RTRN.

3.5 Variables Agrometeorológicas Evaluadas: Flujo Luminoso (Qntm), Temperatura del Aire, Temperatura de la Hoja, Concentración de CO₂ atmosférico y Humedad Relativa.

3.5.1 Características de Evaluación de las Variables Agrometeorológicas. Estas variables se estudiaron a través de dos muestreos, en dos posiciones de hoja en el dosel superior e inferior. Estas variables fueron medidas con el FOTOSINTETIMETRO PORTATIL (LI-6200 PORTABLE PHOTOSYNTHESIS SYSTEM).

3.6 Variables de Laboratorio Evaluadas: Contenido de Clorofila, Número Relativo de Estomas en el Haz y en el Envés. En estas variables, se realizaron dos repeticiones en cada variedad.

3.6.1 Características de Evaluación de las Variables de Laboratorio. Para la variable de Contenido de Clorofila se procedió a realizar los siguientes pasos:

- 1.- Se lavaron las hojas de papa, varias veces con agua destilada, se escurrieron y se colocaron en papel aluminio en refrigeración.
- 2.- Se separaron las nervaduras de las hojas y se pesaron 100 gr de tejido foliar.
- 3.- Se licuaron los 100 gr de muestra con 100 ml de sacarosa al 0.56 M .
- 4.- Se filtró la solución verde a través de varias capas de gasa.
- 5.- Se repartió el filtrado en dos tubos de centrifuga y se centrifugó por 2 min. a 500 r.p.m. Para liberar células rotas y restos de paredes celulares, la mayoría de los cloroplastos permanecerán en suspensión en el sobrenadante.

6.- El sobrenadante se colocó en dos tubos de centrifuga y se volvió a centrifugar por 10 min. a 4500 rpm para sedimentar los cloroplastos.

7.- Se descartó el sobrenadante y resuspendió el precipitado de cloroplastos con 10 ml de sacarosa helada a 0.5 M en cada tubo (usando agitador).

Se volvió a centrifugar por 10 min. a 4500 rpm para obtener un sedimento de cloroplastos moderadamente puro.

8.- Se tiró el sobrenadante y se resuspendió los cloroplastos en 25 ml de solución Buffer de fosfato helada al 0.1 M pH = 6.4, se mantuvo esta suspensión en baño de hielo a partir de este momento.

9.- Se pipeteó 1 ml de la suspensión de cloroplastos en un tubo de centrifuga y se añadió 9 ml de acetona fría al 80 % y se mezcló bien.

10.- Se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a partir de 350 nm hasta 950 nm usando acetona como blanco para ajustar el aparato a 0 de absorbancia.

11.- Finalmente el resultado se reportó en mg/ ml (unidad de medida de la clorofila).

ppm = partes por millón; nm = nanómetros (unidad de medida para absorbancia).

Para la estimación de los estomas tanto en el haz como en el Envés se procedió a realizar los siguientes pasos:

1.- Se procedió a colocar una película delgada de barniz para uñas en la superficie de las hojas.

2.- Se expuso de 10 a 15 minutos para que la película secase, después con pinzas se desprendió la película plástica que se formó y se colocó sobre el portaobjetos cuidando

que la superficie que estuvo en contacto con la epidermis de la hoja quede hacia arriba, y se les puso una gota de agua destilada y se colocó el cubreobjetos.

3.- Se observó al microscopio con objetivo de 10x para identificar estomas, y 40x para cuantificar en cinco campos, y en dos repeticiones.

Para la parte inferior (Envés) de la hoja se efectuó el mismo procedimiento.

Las fechas de los muestreos que se realizaron para las variables Agrometereológicas y de Laboratorio fueron el 17 y 24/Septiembre respectivamente para todas las variedades.

3.7 Análisis Estadístico.

Se utilizó un Diseño Experimental Básico en Bloques al Azar, con 4 repeticiones. Al analizarse los muestreos, se extendió a parcelas divididas, y al analizarse los muestreos y posiciones de hoja, se extendió el arreglo a parcelas subdivididas, con modelo estadístico y fórmulas de coeficiente de variación (C.V.) convencionales.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Los presentes resultados y sus respectivas gráficas (figuras) fueron obtenidos de los análisis de varianza convencionales para cada variable, según el número de muestreos y repeticiones en cada estudio. Todo el análisis estadístico (análisis de varianza y correlaciones) fueron elaboradas en la computadora del laboratorio de Fisiotecnia en el programa MSTAT. Se describen y discuten aquellas variables que presentan diferencias estadísticamente significativas.

La fecha de siembra de las siete variedades en estudios fue realizada el 14/Junio y la emergencia tuvo lugar el 28/Junio.

4.1 VARIABLES MORFOLÓGICAS.

Estas variables se estudiaron a través de 6 muestreos con 4 repeticiones por cada muestreo durante el ciclo vegetativo con excepción de la variable rendimiento.

4.1.1 Rendimiento.

En el caso de esta variable al realizar el análisis estadístico no se obtuvo significancia por lo que estadísticamente las siete variedades son iguales.

Para esta variable se realizó una sola evaluación al momento de la cosecha y los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

La variedad Norteña fue la más destacada con un rendimiento de 1.297 kg/planta y le precedieron la variedad Russet Burbank (con .927 kg/planta), Alpha (con .919 kg/planta), Atlantic con .836 kg/planta), Mondial (con .729 kg/planta), Snowden (con .727 kg/planta) y Gigant (con .614 kg/planta) tal y como se muestra en la figura 1A.

La variable de rendimiento es una característica genotípica que posee cada una de las variedades y cabe mencionar que esta característica está relacionada a otras variables dependientes como por ejemplo resistencia a plagas y enfermedades, uso eficiente del agua, duración del ciclo vegetativo entre otras.

4.1.2 Altura de la Planta.

Al realizar el ANVA, se encontró que no había significancia entre las repeticiones; entre los muestreos se obtuvo una significancia de 0.01; para el caso de las genotipos se obtuvo una significancia de 0.01 y para la interacción AB (muestreos por variedades), se obtuvo una significancia de 0.01.

En esta variable se obtuvieron los siguientes resultados:

En la variedad Norteña se observó incremento del 1° al 5° muestreo (41.00, 63.750, 89.25, 106.75, y 112.25 cm respectivamente) y disminuyó en el 6° muestreo (110.00 cm).

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (25.25, 37.25, 56.00, 61.75, y 79.25 cm respectivamente) y disminuyó en el 6° muestreo (73.750 cm).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (41.50, 59.25, 90.50, 102.50, y 133 cm respectivamente) y disminuyó en el 6° (94.25 cm).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (32.00, 41.00, 61.00, 75.50, y 88.00 cm respectivamente) y disminuyó en el 6° (50 cm).

La variedad Alpha tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (37.25, 46.25, 59.25, 74.50, y 87.50 cm respectivamente) y disminuyó en el 6° (86.25 cm).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (33.00, 53.00, 63.50, y 86.00 cm respectivamente), para decrecer en el 5° muestreo (67.350 cm) y volver a tener un incremento en el 6° muestreo (75.250 cm).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento sucesivo del 1° al 6° muestreo (29.75, 38.75, 52.00, 78.50, 79.75, y 99 cm respectivamente).

El orden arreglado con respecto a los resultados promedio de cada variedad quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1B.

- 1.- Norteña. 2.- Mondial. 3.- Alpha. 4.- Atlantic. 5.- Russet Burbank. 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

Las variedades Norteña, Gigant, Mondial, Snowden y Alpha obtuvieron incremento del 1° al 5° muestreo. Este comportamiento se debe a que la distribución mayoritaria de los nutrientes que son captados se destinan principalmente hacia la elongación y multiplicación de las células de órganos importantes de la planta como el tallo, y la disminución en el 6° muestreo se debió a que la planta ya no destina nutrientes para el crecimiento y los nutrientes se traslocan a la floración y tuberización, también a que el ciclo de estas células llega poco a poco a su final.

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo. Dicho comportamiento se debió a que la distribución mayoritaria de los nutrientes se destina a la

elongación y multiplicación de células de este órgano de la planta; disminuyó en el 5° muestreo debido a la etapa de floración y tuberización; sin embargo tuvo incremento en el 6° muestreo por que se sugiere que se debió a una acumulación de nutrientes que tenía la planta y a una reacción imperativa de esta de seguir desarrollando.

La variedad Russet Burbank tuvo un incremento sucesivo del 1° al 6° muestreo en comparación con las otras variedades debido a que es una característica fenotípica de esta variedad es que alcanza mayor altura y que la diferencian de las demás variedades además de lo anteriormente ya señalado.

4.1.3 Cobertura.

Al realizar el ANVA para esta variable, en los muestreos y genotipos, se obtuvo una significancia de 0.01, en la interacción AB no se obtuvo significancia.

En la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados:

La variedad Norteña se observó incremento del 1° al 4° muestreo (35.25, 49.00, 61.00, y 87.25 cm/planta respectivamente) y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (75.50 y 63.00 cm/planta).

La variedad Gigant tuvo un incremento sucesivo del 1° al 6° muestreo (30.50, 40.00, 46.25, 53.50, 56.75, y 63.00 cm/planta respectivamente).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (41.50, 48.50, 61.00, y 80.75 cm/planta respectivamente), disminuyó el 5° muestreo (66.00 cm/planta) e incremento en el 6° muestreo (70.75 cm/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (33.00, 40.00, 51.50, y 71.00 cm planta respectivamente) y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (64.00 y 43.00 cm/planta).

La variedad Alpha tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (34.50, 39.25, 49.50, y 62.25 cm /planta respectivamente), disminuyó en el 5° y 6° muestreo (61.00 y 57.25 cm/planta).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (33.75, 48.00, 57.25, y 72.00 cm/planta respectivamente) y disminuyó en el 5° muestreo (60.75 cm/planta) y se mantuvo en el 6° muestreo (60.75cm/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (33.50, 41.25, 47.25, y 68.25 cm/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (59.25 cm/planta) e incrementó el 6° muestreo (68.00 cm/planta).

El orden arreglado con respecto a los resultados promedio de cada variedad quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1C.

- 1.- Norteña. 2.- Mondial. 3.- Atlantic. 4.- Russet Burbank. 5.- Alpha. 6.- Sondeen.
- 7.- Gigant.

Muchos de los incrementos se debieron al hábito de crecimiento de la planta o a la necesidades imperantes en ella y los decrecimientos se debieron generalmente a la senescencia de las hojas adultas.

4.1.4 Número de Tallos.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.01 entre las repeticiones; este mismo valor se obtuvo en los muestreos y en los genotipos; para la interacción AB no se encontró significancia.

En la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados:

La variedad Norteña tuvo incremento en el primer muestreo (4.25 tallos/planta), disminuyó en el segundo muestreo (4 tallos/planta), incrementó en el 3° y 4° muestreo (5 y 6.25 tallos/planta) y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (5.75 y 5.25 tallos/planta).

La variedad Gigant tuvo incremento en el primer muestreo (4.25 tallos/planta), disminuyó en el segundo muestreo (3.25 tallos/planta), incrementó en el tercer muestreo (5.25 tallos/planta), y disminuyó en el 4° muestreo (3 tallos/planta), incrementó en el 5° muestreo (4 tallos/planta) y disminuyó en el 6° (3.25 tallos/planta).

La variedad Mondial incrementó en el primer muestreo (7.75 tallos/planta), disminuyó en el segundo muestreo (7.25 tallos/planta), incrementó en el tercer muestreo (8.25 tallos/planta), y disminuyó en el 4°, 5° y 6° muestreo (8, 7.25 y 4.75 tallos/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento en el primer muestreo (4 tallos/planta), disminuyó en el segundo muestreo (3.5 tallos/planta), incrementó en el 3° y 4° muestreo (5 y 7 tallos/planta), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (6.5 y 2 tallos/planta)

La variedad Alpha tuvo incremento en el primer muestreo (5.5 tallos/planta), disminuyó en el segundo y tercer muestreo (5.25 y 4.25 tallos/planta), incrementó en el 4° muestreo (4.5 tallos/planta), incrementó en el 5° muestreo (6.75 tallos/planta) y disminuyó en el 6° muestreo (4 tallos/planta).

La variedad Atlantic tuvo incremento en el primer y segundo muestreo (5.25 y 6.5 tallos/planta), disminuyó en el tercer muestreo (6.25 tallos/planta), incrementó en el 4° muestreo (7 tallos/planta), disminuyó en el 5° muestreo (4.25 tallos/planta) e incrementó en el 6° muestreo (5.25 tallos/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento en el primer muestreo (4 tallos/planta), disminuyó en el segundo muestreo (3.75 tallos/planta), incrementó en el tercer y 4° muestreo (4 y 6.25 tallos/planta), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (6 y 5 tallos/planta).

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los seis muestreos quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1D.

- 1.- Mondial. 2.- Atlantic. 3.- Norteña. 4.- Alpha. 5.- Russet Burbank. 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

4.1.5 Peso Fresco de Hojas.

Al realizar el ANVA para esta variable, se encontró una significancia de 0.01 entre los muestreos, no se obtuvo significancia para genotipos y la interacción AB.

En la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados:

La variedad Norteña tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (94.00, 202.50, 370.75, 714.00 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° y 6° muestreo (509.00 y 213.75 gr/planta).

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (49.375, 118.75, 283.25, 398.75, y 412 gr./planta respectivamente), y disminuyó en 6° muestreo (166.25 gr./planta).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (143.50, 245.75, 350.00, y 558.75 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (286.75 gr/planta), e incrementó en el 6° muestreo 308.50 gr/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (62.00, 134.50, 315.00, 583.00 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (465.50 y 113.00 gr/planta).

La variedad Alpha incrementó del 1° al 4° muestreo (92.75, 156.50, 256.75, 559.25 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (482.75 y 215.75 gr/planta).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (84.75, 178.00, 356.00, 566.50 gr /planta respectivamente), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (350.75 y 259.00 gr/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (62.25, 151.75, 219.00, y 637.50 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (351.75 y 275.50 gr/planta).

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los seis muestreos quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1E.

- 1.- Norteña.
- 2.- Mondial.
- 3.- Atlantic.
- 4.- Alpha.
- 5.- Russet Burbank.
- 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

4.1.6 Peso Seco de Hojas.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.01 entre los muestreos; se encontró una significancia de 0.01 entre los genotipos y este mismo valor se obtuvo para la interacción AB.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes datos:

La variedad Norteña tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (11.25, 24.00, 45.25, y 99.25 gr/planta), disminuyó en el 5° muestreo (82.75 gr/planta) y volvió a tener incremento en el 6° muestreo (98.00 gr/planta).

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (4.75, 10.00, 32.50, 53.75, y 67.25 gr/planta), y disminuyó en el 6° muestreo (54.50 gr/planta).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (16.00, 28.00, 44.00, y 72.75 gr/planta), disminuyó en el 5° muestreo (47.75 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (54.50 gr/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (7.50, 14.00, 38.50, y 81.00 gr/planta), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (77.00 y 43.50 gr/planta).

La variedad Alpha tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (12.00, 18.75, 34.25, 84.25, y 87.00 gr/planta), y disminuyó en el 6° muestreo (85.75 gr/planta).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (8.75, 19.25, 46.25, y 78.50 gr/planta), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (62.50 y 47.75 gr/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (7.50, 15.75, 30.25, y 94.75 gr/planta), disminuyó en el 5° muestreo (59.25 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (72.00 gr/planta).

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos de los seis muestreos quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1F.

- 1.- Norteña. 2.- Alpha. 3.- Russet Burbank. 4.- Mondial. 5.- Atlantic. 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

Las variedades Norteña, Mondial, y Russet Burbank tuvieron incremento del 1° al 4° muestreo debido a que había crecimiento de hojas, por lo tanto aumentaba el peso en fresco y al aumentar estas en peso, aumentó también el peso en seco, disminuyeron en el 5° muestreo debido a las etapas de floración y tuberización por lo que había traslocación de fotosintatos a los órganos demandantes (tubérculos) además de la senescencia de las hojas adultas; y tuvieron un incremento en el 6° muestreo debido a una acumulación parcial de fotosintatos antes de ser trascolados a los órganos demandantes.

Las variedades Snowden y Atlantic tuvieron incremento del 1° al 4° muestreo debido a que había crecimiento de hojas durante estos muestreos por lo tanto aumentaba el peso en fresco y al aumentar este peso también aumentaba el peso en seco, estas variedades tuvieron una disminución durante el 5° y 6° muestreo debido a la traslocación de fotosintatos por las etapas de floración y tuberización además de la senescencia de las hojas adultas.

Las variedades Gigant y Alpha tuvieron incremento del 1° al 5° muestreo debido a que el crecimiento de su área foliar duró más tiempo por lo que en estos muestreo se fue

incrementando el peso en fresco y por lo tanto el peso en seco; y disminuyeron en el 6° muestreo debido a la translocación de fotosintatos por las etapas de floración y tuberización además de la senescencia de las hojas adultas.

4.1.7 Peso Fresco de Tallos.

Al realizar el ANVA, para esta variable se obtuvo una significancia de 0.01 entre los muestreos y este mismo valor entre genotipos, y para la interacción AB no se encontró significancia.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados:

La variedad Norteña tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (69.75, 175.75, 387.25, y 793.25 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (667.00 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (532.50 gr/planta).

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (26.50, 59.00, 160.50, 281.00, y 321.50 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 6° muestreo (306.50 gr/planta).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (121.75, 214.75, 382.75, y 649.75 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° y 6° muestreo (543.50 y 453.25 gr/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (35.50, 90.50, 272.50, y 453.50 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° y 6° muestreo (397.00 y 103.00 gr/planta).

La variedad Alpha tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (55.25, 92.00, 152.25, 457.25, y 481.00 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 6° muestreo (398.25 gr/planta).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (53.00, 168.50, 330.25, y 538.00 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (386.00 gr/planta) e incremento en el 6° muestreo (409.75 gr/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (30.00, 78.00, 141.25, y 496.75 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (307.50 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (423.00 gr/planta).

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los seis muestreos quedó de la siguiente manera, tal y como se muestra en la figura 1G.

- 1.- Norteña. 2.- Alpha. 3.- Russet Burbank. 4.- Mondial. 5.- Atlantic. 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

4.1.8 Peso Seco de Tallos.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.01 entre los muestreos, este mismo valor se obtuvo entre los genotipos, y para la interacción AB se encontró una significancia de 0.01.

En la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

La variedad Norteña tuvo incremento sucesivo del 1° al 6° muestreo (4.50, 12.50, 33.25, 88.75, 97.00, y 97.25 gr/planta respectivamente).

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo (1.90, 3.25, 13.25, 33.00, y 46.00 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 6° muestreo (35.25 gr/planta).

La variedad Mondial tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (7.00, 15.75, 29.25, y 70.50 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (61.50 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (96.75 gr/planta).

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (2.50, 5.50, 21.50, y 58.00 gr/planta respectivamente), y disminuyó en el 5° y 6° muestreo (49.50 y 42.00 gr/planta).

La variedad Alpha tuvo incremento sucesivo del 1° al 6° muestro (3.75, 5.50, 11.75, 51.25, 51.25, y 87.50 gr/planta respectivamente).

La variedad Atlantic tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (3.50, 10.75, 26.75, y 58.50 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (51.50 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (58.75 gr/planta).

La variedad Russet Burbank tuvo incremento del 1° al 4° muestreo (2.00, 4.75, 14.75, y 62.50 gr/planta respectivamente), disminuyó en el 5° muestreo (54.25 gr/planta) e incrementó en el 6° muestreo (82.75 gr/planta).

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los seis muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 1H.

- 1.- Norteña.
- 2.- Mondial.
- 3.- Russet Burbank.
- 4.- Alpha.
- 5.- Atlantic.
- 6.- Snowden.
- 7.- Gigant.

Las variedades Mondial, Atlantic y Russet Burbank tuvieron incremento del 1° al 4° muestreo debido a que al aumentar de peso en fresco los tallos también incrementaban su peso en seco, disminuyeron en el 5° muestreo debido a que al aumentar el cultivo en edad ocurren cambios por la traslocación de fotosintatos a los órganos demandantes; e incrementaron en el 6° muestreo debido a una reserva parcial de fotosintatos antes de ser trasladados a los órganos demandantes.

Las variedades Norteña y Alpha tuvieron incremento sucesivo del 1° al 6° muestreo debido a que el ciclo de crecimiento de estas variedades es mas largo que las demás variedades.

La variedad Gigant tuvo incremento del 1° al 5° muestreo debido que los tallos al estar creciendo aumentaban su peso en fresco lo que llevaba consigo un aumento en peso seco, y disminuyó en el 6° muestreo debido a que al aumentar el cultivo en edad ocurren cambios por la traslocación de fotosintatos a los órganos demandantes.

La variedad Snowden tuvo incremento del 1° al 4° muestreo debido que los tallos al estar creciendo aumentaron su peso en fresco lo que llevo consigo un aumento de peso en seco, y disminuyó durante el 5° y 6° muestreo debido a que al aumentar el cultivo en edad ocurren cambios por la traslocación de fotosintatos a órganos demandantes.

Las variedades que alcanzaron primero su máximo peso seco tanto en tallos como en hojas se debe a una mejor eficiencia fotosintética así como al ciclo vegetativo de cada variedad y el decrecimiento a una traslocación de fotosintatos por las etapas de floración y tuberización así como a la senescencia de las hojas adultas.

4.2 VARIABLES FISIOLÓGICAS.

El estudio de estas variables fue a través de 2 muestreos y con 4 repeticiones por cada muestreo, en dos posiciones de hoja en el dosel, superior e inferior.

Los siguientes resultados que se presentan son el promedio de las 4 repeticiones por cada muestreo y en cada posición de hoja.

4.2.1 Fotosíntesis Neta.

En el caso de esta variable al realizar el ANVA se obtuvo una significancia de 0.05 entre los genotipos, y una significancia de 0.01 en hoja (posición), para las interacciones AB, AC, BC y ABC no se encontró significancia.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 9.360 para la parte superior de la hoja y 4.467 para la parte inferior de la hoja; para el segundo muestreo se obtuvo un valor de 8.261 para la parte superior de la hoja y 5.176 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 6.542 para la parte superior de la hoja y 4.401 para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 6.052 para la parte superior de la hoja y 3.928 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 10.186 para la parte superior de la hoja y 5.530 para la parte inferior de la hoja; en el segundo

muestreo se obtuvo un valor de 8.040 para la parte superior de la hoja y 5.593 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 9.909 para la parte superior de la hoja y 6.252 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 9.839 para la parte superior de la hoja y 3.640 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 7.717 para la parte superior de la hoja y 5.195 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo 4.583 para la parte superior de la hoja y 5.098 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 7.361 para la parte superior de la hoja y 4.502 para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 6.633 para la parte superior de la hoja y 4.625 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 6.310 para la parte superior de la hoja 3.365 para la parte inferior de la hoja en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 2.071 para la parte superior de la hoja y 4.680 para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos en los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 2A.

- 1.- Snowden. 2.- Mondial. 3.- Norteña. 4.- Atlantic. 5.- Alpha. 6.- Gigant.
- 7.- Russet Burbank.

4.2.2 Conductancia Estomatal.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.01 en hoja (posición), en las interacciones AB, AC, BC, y ABC no se encontró significancia.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.136 para la parte superior de la hoja y 0.85 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo 0.827 para la parte superior de la hoja y 0.608 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 0.883 para la parte superior de la hoja y 1.017 para la parte inferior; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.603 para la parte superior de la hoja y 0.614 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.619 para la parte superior de la hoja y 1.136 para la parte inferior; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.982 para la parte superior de la hoja y 0.590 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 0.968 para la parte superior de la hoja y 0.723 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1.178 para la parte superior de la hoja y 0.613 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.211 para la parte superior de la hoja y 1.038 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.374 para la parte superior de la hoja y 0.654 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.356 para la parte superior de la hoja y 1.462 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.713 para la parte superior de la hoja y 0.508 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.413 para la parte superior de la hoja y 0.991 para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.582 para la parte superior de la hoja y 0.702 para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 2D.

- 1.- Mondial.
- 2.- Atlantic.
- 3.- Russet Burbank.
- 4.- Snowden.
- 5.- Norteña.
- 6.- Alpha.
- 7.- Gigant.

4.2.3 Uso Eficiente del Agua.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.05 entre los genotipos, este mismo valor se obtuvo en hoja (posición), mientras que para la interacción ABC se encontró una significancia de 0.05; para las interacciones AB, AC, y BC no se obtuvo significancia.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 2.174 para la parte superior de la hoja y 1.418 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo

se obtuvo un valor de 2.102 para la parte superior de la hoja y 1.494 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.845 para la parte superior de la hoja y 1.296 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1.846 para la parte superior de la hoja y 1.446 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 2.084 para la parte superior de la hoja y 1.364 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1.942 para la parte superior y 1.768 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 2.458 para la parte superior de la hoja y 2.042 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo 2.283 para la parte superior de la hoja y 1.158 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.789 para la parte superior de la hoja y 3.293 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1.690 para la parte superior de la hoja y 1.386 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.749 para la parte superior de la hoja y 1.171 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1.781 para la parte superior de la hoja y 1.482 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1.467 para la parte superior de la hoja y 0.813 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 0.846 para la parte superior de la hoja y 1.288 para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 2C.

- 1.- Alpha. 2.- Snowden. 3.- Norteña. 4.- Mondial. 5.- Gigant. 6.- Atlantic.
- 7.- Russet Burbank.

4.2.4 Transpiración.

Al realizar el ANVA, se encontró una significancia de 0.01 en hoja (posición), en las interacciones AB, AC, BC, y ABC no se encontró significancia.

Durante la evaluación de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 10.717 para la parte superior de la hoja y 8.425 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 9.436 para la parte superior de la hoja y 7.948 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 9.424 para la parte superior de la hoja y 9.583 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 7.651 para la parte superior de la hoja y 6.466 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 12.275 para la parte superior de la hoja y 9.925 para la parte interior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 9.960 para la parte superior de la hoja y 7.685 para la parte interior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 9.70 para la parte superior de la hoja y 7.50 para la parte interior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 10.197 para la parte superior de la hoja y 7.105 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 11.225 para la parte superior de la hoja y 7.250 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 5.961 para la parte superior de la hoja y 8.926 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 10.791 para la parte superior de la hoja y 9.983 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 8.956 para la parte superior de la hoja y 7.225 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 10.899 para la parte superior de la hoja y 9.990 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 8.270 para la parte superior de la hoja y 9.033 para la parte interior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 2B.

- 1.- Alpha. 2.- Snowden. 3.- Norteña. 4.- Mondial. 5.- Gigant. 6.- Atlantic.
- 7.- Russet Burbank.

Los resultados de estas variables fisiológicas se resumen de la siguiente forma:

Los valores del primer muestreo fueron más altos debido a que las plantas requerían mayor cantidad de energía para sus diferentes funciones que durante el segundo muestreo; las diferencias de valores entre las variedades se deben primordialmente a factores como: mejor eficiencia fotosintética, número de hojas, altura de la planta, sombreado entre plantas y a condiciones ambientales imperantes durante el ciclo vegetativo de las variedades (estas condiciones pueden afectar más a ciertas variedades por sus características tanto fenotípicas como genotípicas).

Los valores son más altos en la parte superior por que hay mayor actividad fotosintética.

4.3 VARIABLES AGROMETEOROLÓGICAS.

El estudio de estas variables se realizó a través de 2 muestreos con 4 repeticiones por cada muestreo, en dos posiciones de hoja en el dosel, superior e inferior.

Los resultados que se presentan son el promedio de las 4 repeticiones en cada muestreo y en cada posición de hoja.

4.3.1 Flujo Luminoso (Q_{ntm}).

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.01 entre los muestreos, y este mismo valor para hoja (posición), en las interacciones AB, AC, BC, y ABC no se encontró significancia.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1144.685 en la parte superior de la hoja y 1038.30 en la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1844.50 para la parte superior de la hoja y 1354.322 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1181.832 para la parte superior de la hoja y 1054.757 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1598.175 para la parte superior de la hoja y 1702.575 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1211.250 para la parte superior de la hoja y 978.215 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1837.90 para la parte superior de la hoja y 1770.30 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1089.50 para la parte superior de la hoja y 835.65 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1634.00 para la parte superior de la hoja y 870.365 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1117.585 para la parte superior de la hoja y 1006.040 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1819.750 para la parte superior de la hoja y 1930.750 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1148.107 para la parte superior de la hoja y 100.775 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1815.750 para la parte superior de la hoja y 1687.750 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 1216.432 para la parte superior de la hoja y 1209.152 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 1919.50 para la parte superior de la hoja y 1908.50 para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los valores obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 3A.

- 1.- Russet Burbank. 2.- Alpha. 3.- Mondial. 4.- Atlantic. 5.- Gigant. 6.- Norteña.
- 7.- Snowden.

4.3.2 Temperatura del Aire.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.05 entre los muestreos; en hoja (posición) se obtuvo una significancia de 0.01; en la interacción AC se obtuvo una significancia de 0.05; mientras que en la interacción ABC se encontró una significancia de 0.01, para las demás interacciones AB y BC no se tuvo significancia.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo 31.16°C para la parte superior de la hoja y 31.15°C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se

obtuvo un valor de 32.87 °C para la parte superior de la hoja y 33.185°C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.547°C para la parte superior de la hoja y 31.637 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 32.982°C para la parte superior de la hoja y 32.86 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.397 °C para la parte superior de la hoja y 31.34 °C para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.105 °C para la parte superior de la hoja y 33.125 °C en la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 30.60 °C para la parte superior de la hoja y 30.455 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 32.175 °C para la parte superior de la hoja y 33.30°C para la parte inferior.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.25 °C para la parte superior de la hoja y 31.372 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.985 °C para la parte superior de la hoja y 34.08 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo 31.857 °C para la parte superior de la hoja y 31.892 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.25 °C para la parte superior de la hoja y 33.552 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo un valor de 31.745 °C para la parte superior de la hoja y 31.97 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.742 °C para la parte superior de la hoja y 34.037 °C para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 3B.

- 1.- Russet Burbank.
- 2.- Alpha.
- 3.- Atlantic.
- 4.- Gigant.
- 5.- Mondial.
- 6.- Norteña.
- 7.- Snowden.

4.3.3 Temperatura de la Hoja.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.05 tanto en las repeticiones como en los muestreos, en las interacciones AB, AC, BC, y ABC no se encontró significancia.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 30.385 °C para la parte superior de la hoja y 30.917 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 32.525 °C para la parte superior de la hoja y 32.162 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.345 °C para la parte superior de la hoja y 38.697 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 32.657 °C para la parte superior de la hoja y 33.192 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 30.237 °C para la parte superior de la hoja y 30.920 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 32.022 °C para la parte inferior de la hoja y 32.920 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 29.66 °C para la parte superior de la hoja y 29.51 °C para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 31.11 °C para la parte superior de la hoja y 34.17 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor 30.607 °C para la parte superior de la hoja y 30.737 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 34.087 °ca para la parte superior de la hoja y 34.107 °ca para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.305 °C para la parte superior de la hoja y 31.625 °C para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.107 °C para la parte superior de la hoja y 33.31 °C para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 30.662 °C para la parte superior de la hoja y 31.687 °C para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.897 °C para la parte superior de la hoja y 33.487 °C para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 3C.

- 1.- Gigant. 2.- Russet Burbank. 3.- Alpha. 4.- Atlantic. 5.- Mondial. 6.- Norteña.
- 7.- Snowden.

4.3.4 Concentración de CO₂ Atmosférico.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.05 en la interacción BC, no se obtuvo significancia en las demás interacciones AB, AC, y ABC.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 249.017 ppm para la parte superior de la hoja y 259.160 ppm para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 236.075 ppm para la parte superior de la hoja y 239.925 ppm para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 321.257 ppm para la parte superior de la hoja y 266.267 ppm para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 260.275 ppm para la parte superior de la hoja y 257.175 pum para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 238.707 ppm para la parte superior de la hoja y 251.575 ppm para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 184.587 ppm para la parte superior de la hoja y 280.75 ppm para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor de 268.55 ppm para la parte superior de la hoja y 261.765 para la parte inferior de la hoja; en el segundo

muestreo se obtuvo un valor de 240.00 ppm para la parte superior de la hoja y 212.75 ppm para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 249.642 ppm para la parte superior de la hoja y 250.185 ppm para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 258.20 ppm para la parte superior de la hoja y 260.875 ppm para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 248.502 ppm para la parte superior de la hoja y 238.202 ppm para la parte inferior de la hoja, en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 257.175 ppm para la parte superior de la hoja y 250.70 ppm para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 237.385 ppm para la parte superior de la hoja y 255.715 ppm para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 272.90 ppm para la parte superior de la hoja y 271.825 ppm para la parte inferior de la hoja. (ppm = partes por millón)

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 3D.

- 1.- Gigant. 2.- Russet Burbank. 3.- Alpha. 4.- Atlantic. 5.- Norteña. 6.- Snowden.
- 7.- Mondial.

4.3.5 Humedad Relativa.

Al realizar el ANVA para esta variable no se encontró significancia entre ningún factor o interacción.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Norteña se obtuvo en el primer muestreo un valor de 36.882 para la parte superior de la hoja y 38.387 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.202 para la parte superior de la hoja y 27.790 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Gigant se obtuvo en el primer muestreo un valor de 31.132 para la parte superior de la hoja y 34.902 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 25.475 para la parte superior de la hoja y 26.095 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Mondial se obtuvo en el primer muestreo un valor de 39.045 para la parte superior de la hoja y 34.867 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 33.265 para la parte superior de la hoja y 25.767 para la parte inferior de la hoja..

En la variedad Snowden se obtuvo en el primer muestreo un valor 32.105 para la parte superior de la hoja y 31.850 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 42.820 para la parte superior de la hoja y 35.225 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Alpha se obtuvo en el primer muestreo un valor de 32.645 para la parte superior de la hoja y 34.737 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 19.190 para la parte superior de la hoja y 27.505 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Atlantic se obtuvo en el primer muestreo un valor de 38.260 para la parte superior de la hoja y 36.167 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 28.232 para la parte superior de la hoja y 25.727 para la parte inferior de la hoja.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo en el primer muestreo un valor de 43.110 para la parte superior de la hoja y 38.392 para la parte inferior de la hoja; en el segundo muestreo se obtuvo un valor de 27.092 para la parte superior de la hoja y 29.790 para la parte inferior de la hoja.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante los dos muestreos quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 3E.

- 1.- Snowden.
- 2.- Russet Burbank.
- 3.- Mondial.
- 4.- Atlantic.
- 5.- Norteña.
- 6.- Gigant.
- 7.- Alpha.

Los resultados de las variables Micrometeorológicas se describen de la siguiente forma:

Los valores fueron menores en el primer muestreo debido a las condiciones ambientales imperantes durante un muestreo y otro por lo que se sugiere que influyeron de una forma determinante factores como: temperatura, intensidad y duración de la luz, velocidad y dirección de los vientos, así como la posición y distancia de las hojas, altura de la planta, sombreado entre plantas.

La diferencia de valores entre las variedades se debe básicamente a las características fenotípicas y genotípicas de cada variedad.

Los valores son más altos en la parte inferior que en la superior por que el reflejo de la luz es mayor en esta posición de la hoja.

4.4 VARIABLES DE LABORATORIO.

El estudio de estas variables fue a través de una sola evaluación con dos repeticiones por cada variedad.

4.4.1 Contenido de Clorofila.

Al realizar el ANVA para esta variable, se encontró una significancia de 0.01 entre las variedades, no se obtuvo significancia entre las repeticiones.

En el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

Los resultados que se presentan son el promedio de las dos repeticiones.

En la variedad Alpha se obtuvo un promedio de 0.83 mg/ml.

En la variedad Mondial se obtuvo un promedio de 0.89 mg/ml.

En la variedad Norteña se obtuvo un promedio de 1.26 mg/ml.

En la variedad Gigant se obtuvo un promedio de 0.56 mg/ml.

En la variedad Atlantic se obtuvo un promedio valor de 0.99 mg/ml.

En la variedad Snowden se obtuvo un promedio de 0.93 mg/ml.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo un promedio de 0.81 mg/ml.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos en el muestreo quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 4A.

- 1.- Norteña. 2.- Atlantic. 3.- Snowden. 4.- Mondial. 5.- Alpha. 6.- Russet Burbank.
- 7.- Gigant.

4.4.2 Número Relativo de Estomas en el Haz.

Al realizar el ANVA para esta variable, se obtuvo una significancia de 0.05 entre las repeticiones, y una significancia de 0.01 entre las variedades.

Durante el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Alpha se obtuvo el promedio de 3.40 estomas.

En la variedad Mondial se obtuvo el promedio de 5.80 estomas.

En la variedad Norteña se obtuvo el promedio de 4.00 estomas.

En la variedad Gigant se obtuvo el promedio de 4.50 estomas.

En la variedad Atlantic se obtuvo el promedio de 4.90 estomas.

En la variedad Snowden se obtuvo el promedio de 3.80 estomas.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo el promedio de 5.10 estomas.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados del muestreo y las repeticiones quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 4B.

- 1.- Norteña. 2.- Russet Burbank. 3.- Atlantic. 4.- Gigant. 5.- Mondial. 6.- Snowden.
- 7.- Alpha.

4.4.3 Número Relativo de Estomas en el Envés.

Al realizar el ANVA para esta variable, se encontró una significancia de 0.01 entre las variedades, no se obtuvo significancia entre las repeticiones.

Durante el estudio de esta variable se obtuvieron los siguientes resultados.

En la variedad Alpha se obtuvo un promedio de 20.30 estomas.

En la variedad Mondial se obtuvo un promedio de 32.10 estomas.

En la variedad Norteña se obtuvo un promedio de 40.00 estomas.

En la variedad Gigant se obtuvo un promedio de 31.90 estomas.

En la variedad Atlantic se obtuvo un promedio de 30.70 estomas.

En la variedad Snowden se obtuvo un promedio de 31.90 estomas.

En la variedad Russet Burbank se obtuvo un promedio de 39.10 estomas.

El orden arreglado con respecto al promedio de los resultados obtenidos durante el muestreo quedó de la siguiente forma, tal y como se observa en la figura 4B.

- 1.- Norteña. 2.- Russet Burbank. 3.- Mondial. 4.- Gigant. 5.- Snowden. 6.- Atlantic.
- 7.- Alpha.

Los resultados de las variables de Laboratorio se describen de la siguiente forma:

Las diferencias de valores entre las variedades se deben básicamente a las características genotípicas y fenotípicas de cada variedad.

Al realizar las correlaciones en el análisis estadístico se encontró lo siguiente:

La variable Altura se encontró correlacionada con las variables Cobertura, Número de tallos, PSH, PFT y PST (con valores de 0.79, 0.83, 0.77, 0.94, 0.85).

La variable Cobertura se encontró correlacionada con las variables Número de tallos, PFH, PFT y Flujo Luminoso (Qntm), (con valores de 0.78, 0.85, 0.81, 0.84).

La variable Número de Tallos se encontró correlacionada con las variables PFH y PFT (con valores de 0.85 y 0.94).

La variable PFH se encontró correlacionada con las variables PFT, Qntm, y Transpiración (con valores de 0.77, 0.81, 0.81).

La variable PSH se encontró correlacionada con la variable Rendimiento (con un valor de 0.85).

La variable PFT se encontró correlacionada con la variable PST (con un valor de 0.79).

La variable Rendimiento se encontró correlacionada con la variable Clorofila (con un valor de 0.81).

La variable Número Relativo de Estomas en el haz se encontró correlacionada con la variable Número Relativo de Estomas en el Enves (con un valor de 0.83).

La variable Qntm se encontró correlacionada con las variables Temperatura del Aire y UEA (con valores de 0.92 y - 0.83 88 %).

La variable Temperatura de la hoja se encontró correlacionada con la variable Intercambio de CO₂ atmosférico (con un valor de 88 %).

La variable Fotosíntesis se encontró correlacionada con la variable UEA (con un valor de 89 %).

La variable CE se encontró correlacionada con la variable Transpiración (con un valor de 84 %).

PFH = Peso Fresco de Hojas.

PSH = Peso Seco de Hojas.

PFT = Peso Fresco de Tallos.

PST = Peso seco de Tallos.

Qntm = Flujo Luminoso.

UEA = Uso Eficiente del Agua.

CE = Conductancia Estomatal.

Las variables mencionadas fueron significativas al 0.5 de probabilidad, el resto de las correlaciones entre las otras variables, no fueron significativas estadísticamente .

CUADRO I. ANÁLISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) DE RENDIMIENTO TOTAL (POR PLANTA) Y VARIABLES DE LABORATORIO, EN SIETE VARIEDADES DE PAPA, EN DISEÑO BLOQUES AL AZAR.

F.V.	Rendimiento	Contenido de	No. Relativo de Estomas	
	Total (p/planta)	Clorofila	Haz	Envés
Repeticiones	0.115	0.0001	0.483*	0.560
Variedades	0.083	0.091**	1.387**	84.150**
Error	0.097	0.001	0.076	0.567
C.V. (%)	10.90	2.95	6.13	2.33

* significativo al 0.05; ** significativo al 0.01 de probabilidad.

CUADRO II. ANÁLISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) DE VARIABLES MORFOLOGICAS DE EXPERIMENTO DE PAPA, CONSIDERANDO LOS FACTORES DE MUESTREOS (6) Y GENOTIPOS (7), EN UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR, CON 4 REPETICIONES Y UN ARREGLO EN PARCELAS DIVIDIDAS.

F.V.	# de						
	Altura	Cobertura	Tallos	P.F.H.	P.S.H.	P.F.T.	P.S.T.
Repetición	21.31	140.50	16.60**	23.96	41.95	16.43	10.79
Muestreos	1466.61**	5013.96**	12.42**	875.73**	2361.80**	916.38**	2455.62**
E(a)	20.34	77.85	2.67	7.74	24.34	12.00	43.88
Genotipos	414.68**	698.56**	26.65**	28.73	138.01**	204.04**	287.86**
GxM	41.36**	113.34	4.52	15.37	47.43**	25.92	52.01**
E(b)	19.09	77.47	2.98	15.21	22.50	19.73	25.43

PFH= Peso Fresco de Hojas, PSH= Peso Seco de Hojas, PFT= Peso Fresco de Tallos, PST= Peso seco de Tallos.

* significativo al 0.05; ** significativo al 0.01 de probabilidad.

CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) DE VARIABLES FISIOLÓGICAS EN EXPERIMENTO DE PAPA, CONSIDERANDO LOS FACTORES DE: MUESTREOS (2) GENOTIPOS (7), Y POSICIONES DE HOJA (2), EN UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR EN ARREGLO PARCELAS SUBDIVIDIDAS, CON 4 REPETICIONES.

F.V.	Fotosint.	Cond. Est.	Transp.	U.E.A.
Repetición	0.19	2.36	101.9	0.62
Muestreos	1.71	5.58	74.7	0.12
E(a)	0.65	2.38	46.26.	0.13
Genotipos	1.32*	0.19	4.0	0.35*
Muest*Gen	0.18	0.32	3.3	0.09
E(b)	0.47	0.39	11.8	0.11
Hojas	6.13**	0.79**	48.5**	0.44*
Muest*Hojas	1.35	0.02	5.7	0.06
Gen*Hojas	0.72	0.17	4.0	0.11
Muest*Gen*Hojas	0.67	0.12	8.2	0.18*
E(c)	0.40	0.12	6.1	0.08
C.V. (%)	25.8	35.1	27.3	21.8

* significativo al 0.05; ** significativo al 0.01 de probabilidad.

CUADRO IV. ANÁLISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) DE VARIABLES AGROMETEOROLÓGICAS EN EXPERIMENTO DE PAPA, CONSIDERANDO LOS FACTORES DE: MUESTREOS (2) GENOTIPOS (7), Y POSICIONES DE HOJA (2), EN UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR EN ARREGLO PARCELAS SUBDIVIDIDAS, CON 4 REPETICIONES.

F.V.	Qntm	T. Aire	T. Hoja	CO₂	Hum. Rel.
Repetición	564.8	61.4	78.3*	12.1	82.7
Muestreos	10226.6**	103.2*	85.5*	18.2	108.9
E(a)	278.3	7.3	7.5	14.1	69.0
Genotipos	325.6	2.8	14.4	24.1	10.4
Muest*Gen	122.0	0.9	13.3	23.8	17.2
E(b)	146.0	3.0	12.2	12.2	9.2
Hojas	710.7**	0.7**	27.3	1.7	7.7
Muest*Hojas	9.5	0.4*	5.1	12.9	0.1
Gen*Hojas	141.2	0.1	7.8	28.4*	6.9
Muest*Gen*Hojas	88.1	0.2**	9.1	15.3	2.8
E(c)	64.5	0.1	8.6	10.3	4.3
C.V. (%)	18.3	0.82	9.1	12.7	20.3

* significativo al 0.05; ** significativo al 0.01 de probabilidad.

**CUADRO V. CORRELACIONES DE VARIABLES EVALUADAS EN SIETE
VARIEDADES DE PAPA**

	Cob.	Ntall.	PFH	PSH	PFT	PST	Rdto.	Cloro.	Ehaz
Alt.	0.79*	0.83*	0.68	.77*	0.94*	0.85*	0.70	0.38	0.56
Cob.	-----	0.78*	0.85*	0.27	0.81*	0.55	0.14	-0.09	0.41
Ntall.		-----	0.85*	0.46	0.94*	0.70	0.57	0.43	0.62
PFH			-----	0.16	0.77*	0.70	0.18	0.13	0.23
PSH				-----	0.66	0.70	0.85*	0.43	0.37
PFT					-----	0.79*	0.63	0.39	0.54
PST						-----	0.66	0.52	0.20
Rdto.							-----	0.81*	0.62
Cloro.								-----	0.48

* significativo al 0.05 de probabilidad

CONTINUACIÓN CUADRO 5...

	Eenv.	Qntm.	Taire	Thoja	CO ₂	HR	Foto	CE	Trans.	UEA
Alt.	0.40	0.69	0.47	-0.03	-0.12	-0.16	-0.23	0.17	0.51	-0.41
Cob.	0.32	0.84*	0.59	0.31	0.10	-0.18	-0.37	0.41	0.62	-0.60
Ntall.	0.32	0.73	0.65	-0.02	-0.23	-0.09	-0.28	-0.48	0.65	-0.51
PFH	0.14	0.81*	0.67	-0.04	-0.30	0.03	-0.22	0.74	0.81*	-0.52
PSH	0.12	0.37	0.28	-0.07	-0.01	-0.36	-0.18	-0.37	-0.05	-0.16
PFT	0.25	0.73	0.56	0.04	-0.16	-0.29	-0.20	0.30	0.51	-0.40
PST	0.12	0.53	0.34	-0.43	-0.53	-0.01	0.09	0.37	0.58	-0.12
Rdto.	0.39	0.14	0.12	-0.39	-0.33	0.01	0.03	-0.11	0.18	-0.03
Cloro.	0.36	-0.23	-0.24	-0.75	-0.75	0.32	0.50	0.26	0.36	0.37
Ehaz	0.83*	0.19	0.14	0.04	0.05	0.19	-0.24	0.03	0.35	-0.35
Eenv	-----	-0.01	-0.15	-0.17	-0.06	0.60	-0.05	0.15	0.51	-0.22
Qntm		-----	0.92*	0.43	0.24	-0.33	-0.69	0.24	0.39	-0.83*
Taire			-----	0.46	0.29	-0.33	-0.81*	0.16	0.21	-0.87*
Thoja				-----	0.93*	-0.64	-0.71	-0.43	-0.44	-0.57
CO ₂					-----	-0.50	-0.72	-0.67	-0.58	-0.52
HR						-----	0.26	0.47	0.57	0.09
Foto.							-----	0.28	0.12	0.94*
CE								-----	0.88*	-0.04
Trans.									-----	-0.23

* significativo al 0.05 de probabilidad

Alt = Altura de Planta, Cob = Cobertura, Ntall = Número de Tallos, PFH = Peso Fresco de Hojas, PSH = Peso Seco de Hojas, PFT = Peso Fresco de Tallos, PST = Peso Seco de Tallos, Rdto = Rendimiento, Ehaz = Estomas en el haz, Eenv = Estomas en el Envés, Qntm = Quantum, Taire = Temperatura del Aire, Thoja = Temperatura de la hoja, CO₂ = Concentración de Bióxido de Carbono Atmosférico, HR = Humedad Relativa, Foto = Fotosíntesis, CE = Conductancia Estomatal, Trans = Transpiración.

FIGURA 1A. RENDIMIENTO POR PLANTA DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

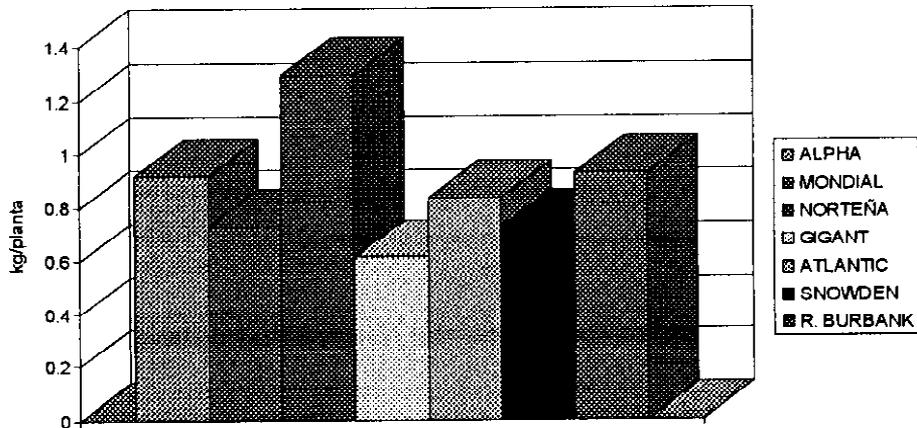


FIGURA 1B. ALTURA DE PLANTA EN 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

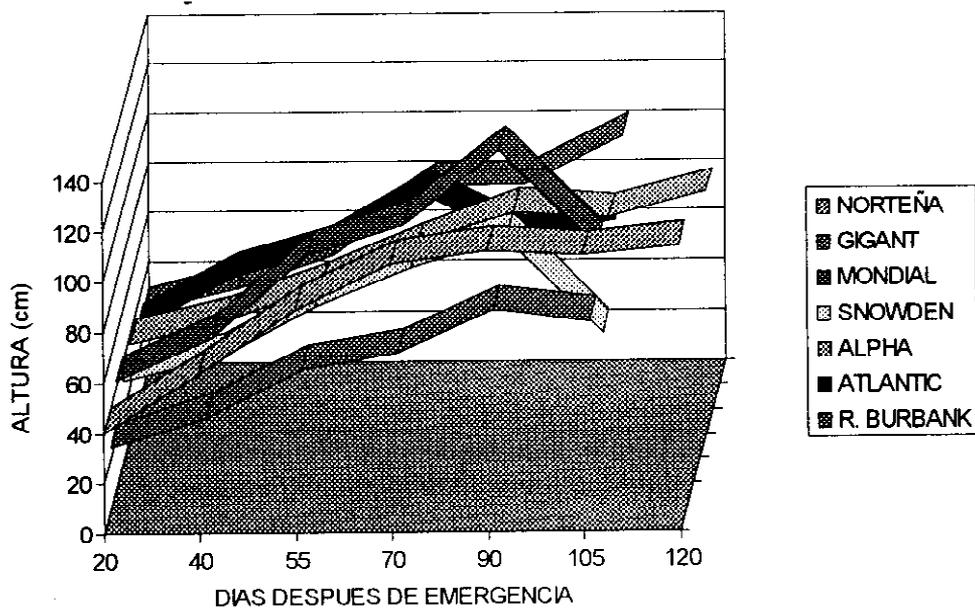


FIGURA 1C. COBERTURA DE PLANTA EN 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

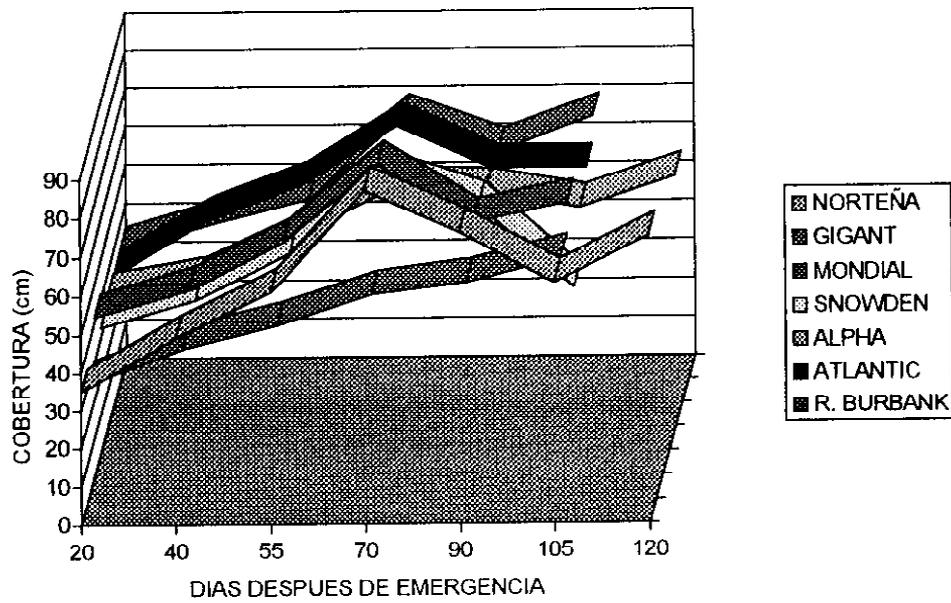


FIGURA 1D. NUMERO DE TALLOS EN 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

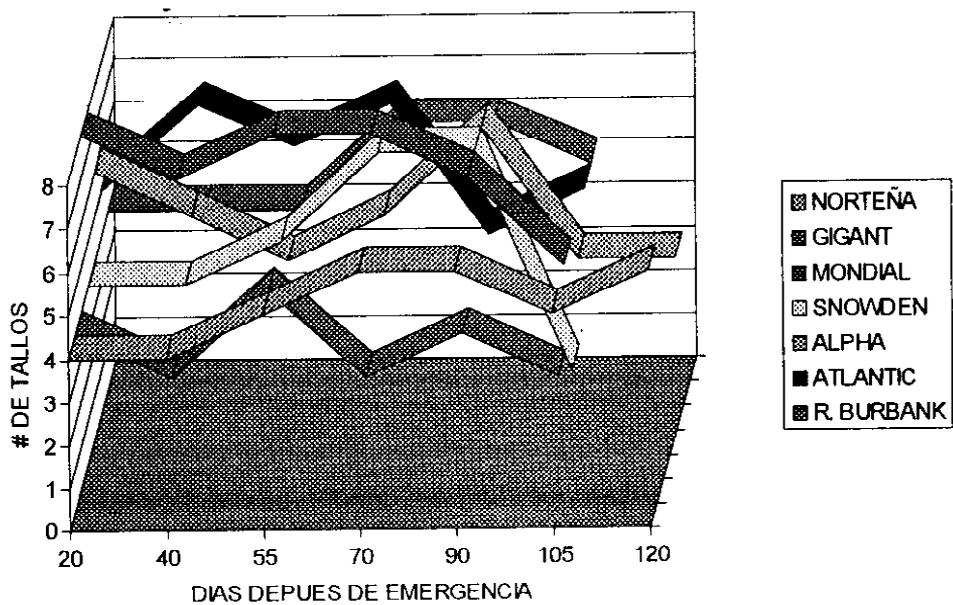


FIGURA 1E. PESO FRESCO DE HOJAS DE 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

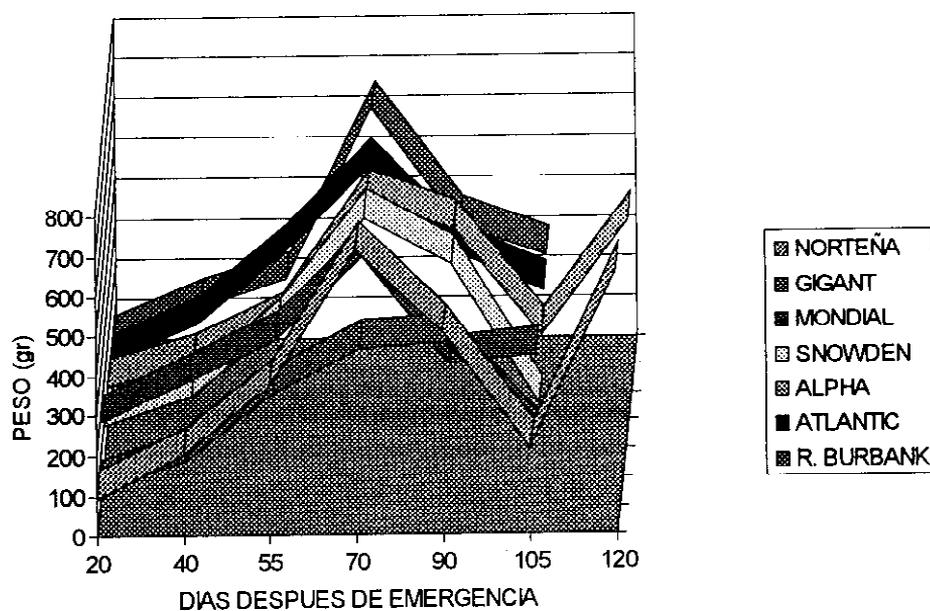


FIGURA 1F. PESO SECO DE HOJAS DE 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

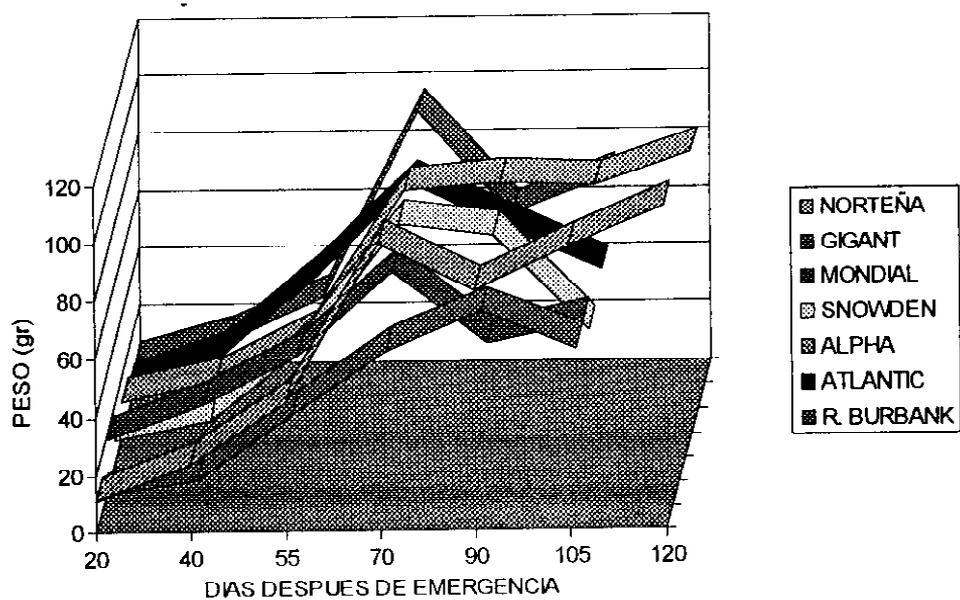


FIGURA 1G. PESO FRESCO DE TALLOS DE 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

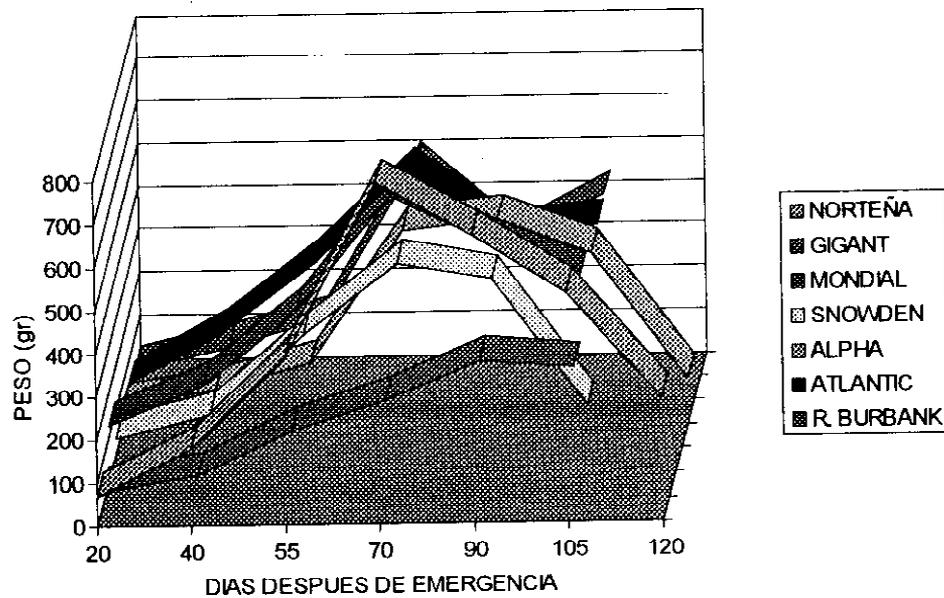


FIGURA 1H. PESO SECO DE TALLOS DE 7 VARIEDADES DE PAPA *Solanum tuberosum* L. DURANTE EL CICLO VEGETATIVO (PROMEDIO DE 4 REPETICIONES).

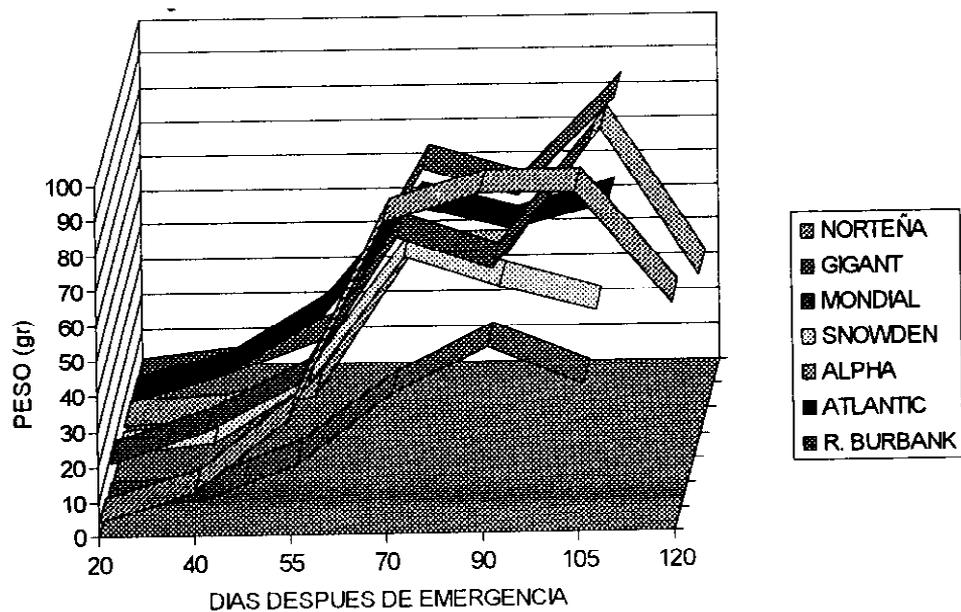


FIGURA 2A. FOTOSINTESIS NETA ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 7 VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS, 2 POSICIONES DE HOJA Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

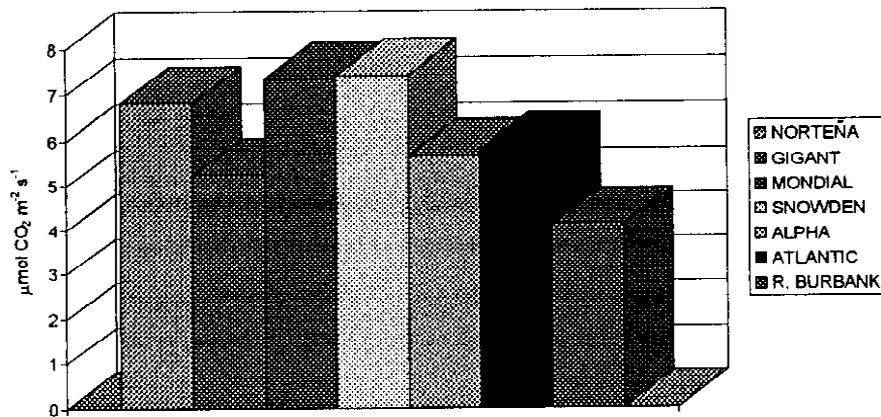


FIGURA 2B. TRANSPIRACION ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

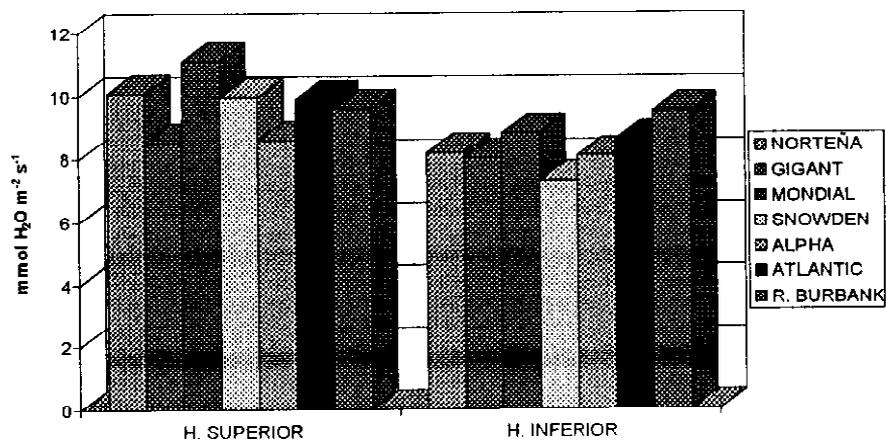


FIGURA 2C. USO EFICIENTE DEL AGUA ($\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

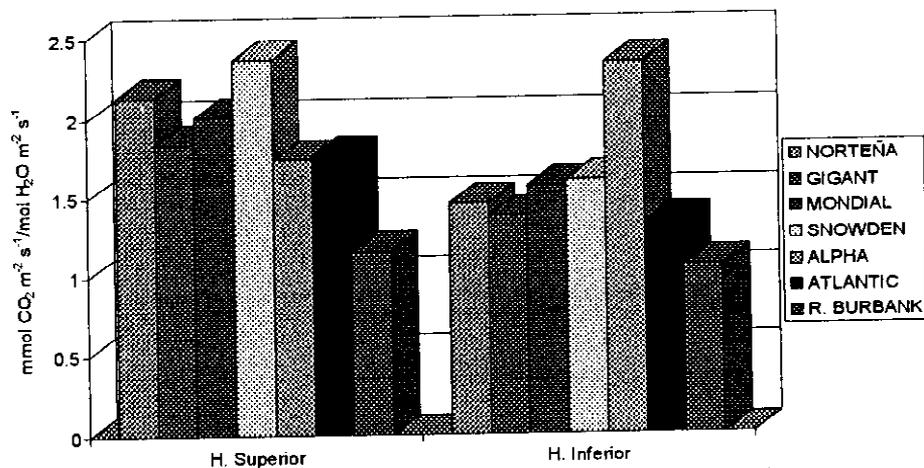


FIGURA 2D. CONDUCTANCIA ESTOMATAL (cm s^{-1}) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

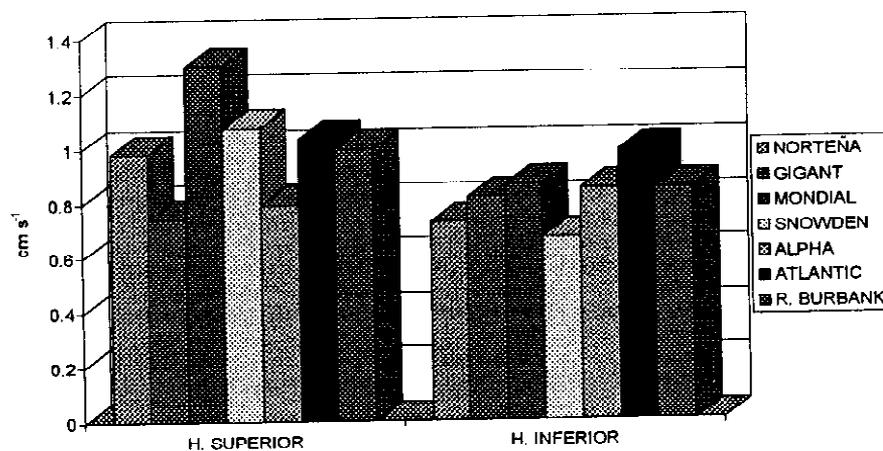


FIGURA 3A. FLUJO LUMINOSO (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (Solanum Tuberosum L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

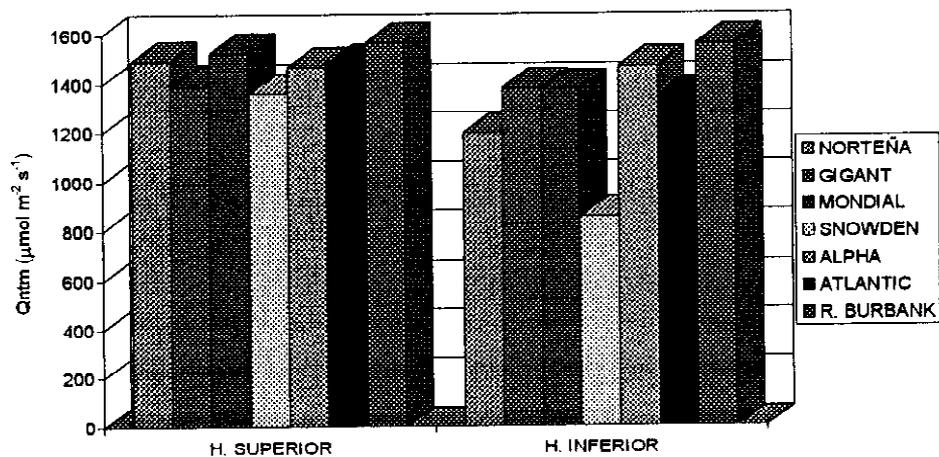


FIGURA 3B. TEMPERATURA DEL AIRE ($^{\circ}\text{C}$) EN DOS POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

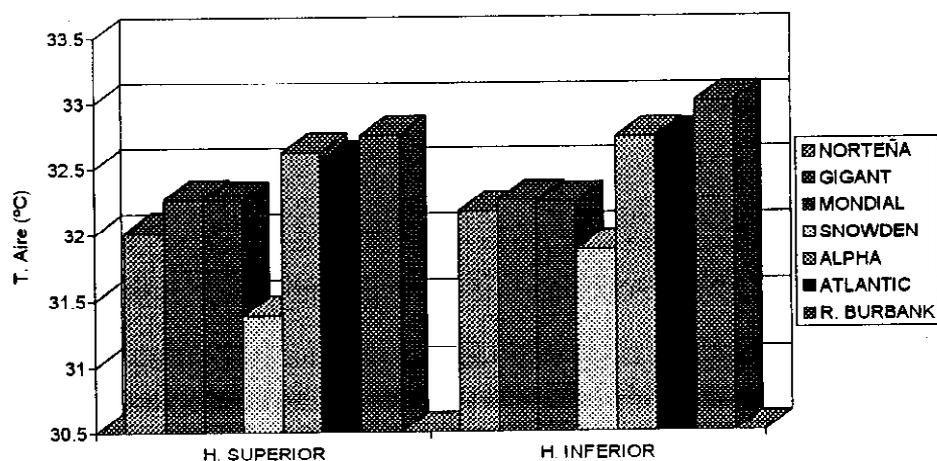


FIGURA 3C. TEMPERATURA DE LA HOJA(°C) EN DOS POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

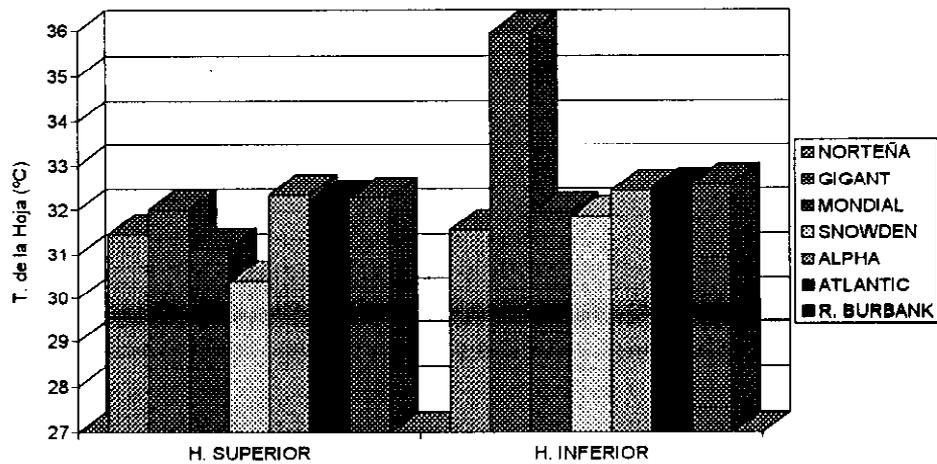


FIGURA 3D. CONCENTRACION DE CO₂ (ppm) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

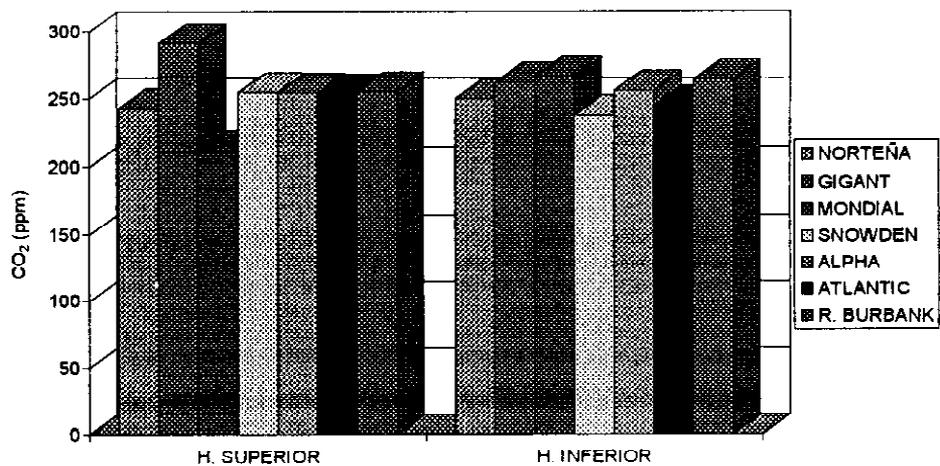


FIGURA 3E. HUMEDAD RELATIVA (%) EN 2 POSICIONES DE HOJA, DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A TRAVES DE 2 MUESTREOS Y PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

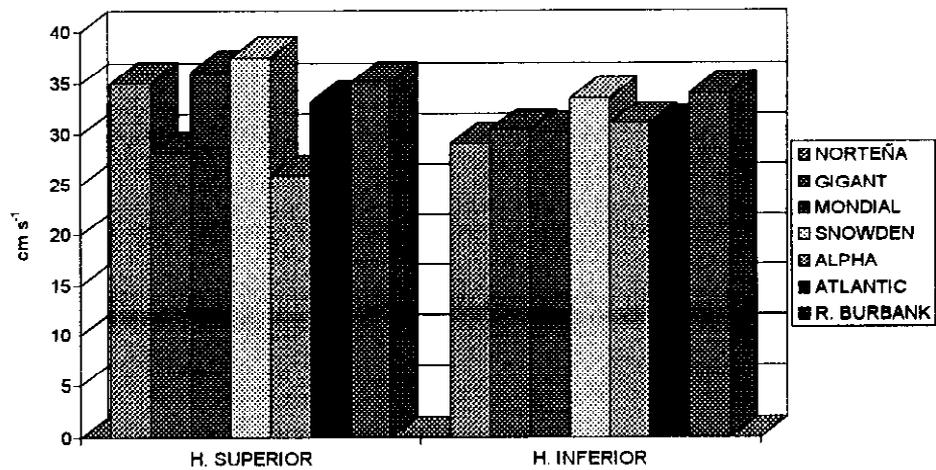


FIGURA 4A. CONCENTRACION DE CLOROFILA DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PROMEDIO DE 2 REPETICIONES.

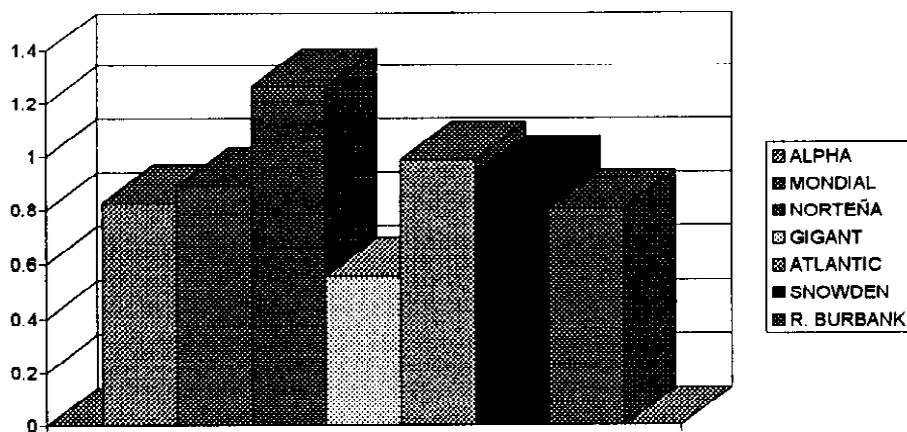
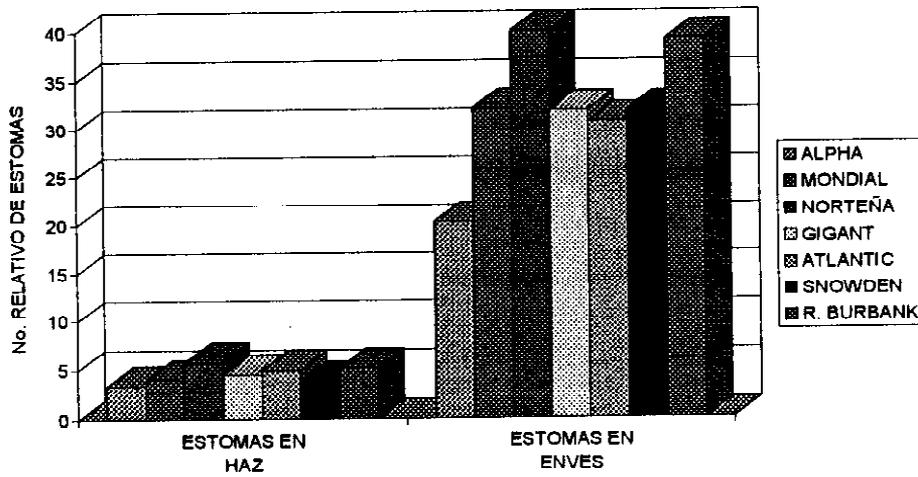


FIGURA 4B. NUMERO RELATIVO DE ESTOMAS DE SIETE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), PROMEDIO DE 2 REPETICIONES.



V CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la realización del presente trabajo de investigación y en base a la hipótesis formulada, a los objetivos perseguidos durante la realización del mismo y a los resultados del análisis estadístico se puede concluir lo siguiente:

5.1 De la hipótesis; del presente trabajo de investigación se acepta que existen diferencias morfológicas, fisiológicas y de rendimiento entre variedades cultivadas en el norte de México.

5.2 De los objetivos perseguidos en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1.- Se determino la adaptación de las diferentes variedades de papa utilizadas en el presente trabajo de investigación en comparación con el testigo regional (Alpha) por lo que las variedades Norteña, y Russet Burbank tuvieron un buen comportamiento de adaptación, las variedades Atlantic y Mondial tuvieron un comportamiento regular y finalmente las variedades Snowden y Gigant tuvieron un comportamiento malo de adaptación.

2.- Se determino el patrón de crecimiento de las diferentes variedades en estudio, por sus características morfológicas en las que las variedades Norteña y Mondial sobresalieron

para estas variables mientras que las variedades Alpha, Atlantic y Russet Burbank fueron de un comportamiento regular, y finalmente las variedades Snowden y Gigant fueron de un mal comportamiento.

3.- Se determino la eficiencia fisiológica de las variedades en estudio, con instrumental de laboratorio de alta precisión por lo que las variedades Norteña, Mondial y Snowden tienen una buena eficiencia fisiológica, las variedades Alpha y Atlantic tienen una eficiencia fisiológica intermedia y finalmente las variedades Gigant y Russet Burbank tienen una eficiencia fisiológica mala.

4.- El rendimiento en papa, en éste estudio, se encuentra mayormente explicado por el peso seco de hojas, y el contenido de clorofila, por lo que es el total del follaje y su clorofila, el que mayor actividad fotosintética presenta; con su repercusión en rendimiento.

5.3 Del análisis estadístico:

En las variables morfológicas se concluye que estadísticamente son diferentes con excepción de rendimiento.

En la variable rendimiento se concluye todas las variedades son estadísticamente iguales.

En las variables fisiológicas, agrometeorológicas, y de laboratorio se concluye que estadísticamente existen diferencias.

VI RESUMEN

Por la importancia que tiene el cultivo de la papa tanto a nivel Regional , Estatal, Nacional y Mundialmente se crea la necesidad de tener nuevos y mejores avances técnicos acerca del cultivo en diferentes parámetros tales como: Rendimiento, incidencia de plagas y enfermedades, calidad de fritura entre otras por lo que el presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación encaminado a determinar la adaptación así como la eficiencia fisiológica de siete variedades cultivadas al norte de México, comparándolas con el testigo regional (Alpha) y el cual presenta susceptibilidad al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y que es ampliamente utilizado en la región papera de Arteaga, Coahuila y Navidad, Nuevo León.

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Durante el ciclo Primavera-Verano de 1996 el cual tuvo como objetivo básico determinar el comportamiento de siete variedades de papa (Norteña, Gigant, Alpha, Mondial, Snowden, Atlantic, y Russet Burbank).

La fecha de siembra de estos materiales se realizó el 14/Junio/1996, posteriormente emergieron el 28/Junio/1996. Este estudio se realizó a través de diferentes evaluaciones de las variables morfológicas (Rendimiento, Altura, Cobertura, Número de Tallos, Peso Fresco y Seco de Tallos y Hojas) a través de seis muestreos (las fechas de estos muestreos fueron el 18/Julio, 28/Julio, 13/Agosto, 28/Agosto, 19/Agosto,

1/Octubre y hubo la necesidad de un séptimo muestreo para las variedades Norteña y Alpha por ser de ciclo mas tardío que las demás variedades este muestreo se realizo el 14/Octubre del mismo año) y con cuatro repeticiones por muestreo excepto Rendimiento que fue un solo muestreo al final del ciclo vegetativo. Variables fisiológicas (Fotosíntesis Neta, Transpiración, Uso Eficiente del Agua, y Conductancia estomatal), y variables agrometeorológicas (Flujo Luminoso, Temperatura del Aire, Temperatura de la Hoja, Concentración de CO₂ Atmosférico y Humedad Relativa) estas dos variables fueron estudiadas a través de dos muestreos (las fechas de estos muestreos fueron el 17/Septiembre y el 24/Septiembre), en dos posiciones de la hoja en el dosel, superior e inferior; y de laboratorio (Contenido de Clorofila, Número relativo de Estomas en el Haz y en el Envés) estas variables fueron estudiadas a través de un muestreo con dos repeticiones; (este muestreo se realizo el 17/septiembre del mismo año); lo cual permitió conocer realmente y de una forma mas exacta el comportamiento de las variedades en estudio así como las cualidades y desventajas de cada una de las variedades las cuales podrían utilizarse para los diferentes criterios de selección de variedades.

En éste estudio se obtuvo que el existen diferencias de tipo morfológico y fisiológico entre las siete variedades que fueron estudiadas, y que el rendimiento en papa, se encuentra mayormente correlacionado al peso seco de las hojas y a su clorofila.

Al finalizar este estudio se encontró que la variedad Norteña tuvo un buen comportamiento a través de los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación sugiere estudios mas a fondo acerca de las variedad Norteña para su posible y mejor utilización en esta región.

VI BIBLIOGRAFÍA

- Ascencio, J., y J. E. Fragas. 1973. Análisis de crecimiento del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomoea batatas* (h) Poir). Utilización dimensiones lineales y de peso seco de las hojas. Turrialba. 35: 55-64.
- Basu, P. S. and J. S. Minhas. 1991. Heat tolerance and assimilate transport in different potato genotypes. J Exp. Bot. 42: 861-866.
- Ben Khedker, M. and E. E. Ewing. 1985. Growth analysis of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. American Potato Journal. 62: 537-554.
- Benoit, R. R., C. D. Stanley, W. J. Grant, and D. E. Torrey. 1983. Potato top growth as influenced by temperatures. American Potato Journal. 60: 489-501.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología Vegetal. 2a Edición. Mcmillan. New York. U. S. A.
- Booner, J., y A. W. Galston. 1973. Principios de Fisiología Vegetal. Trad. Por Federico Portillo. Editorial Aguilar. 5a Edición. España. 485 p.
- Burd, P. and J. Lomas. 1976. Leaf area measuring methods: A study accuracy and cost. 1rst Symposium on the agrometeorology of the maize (corn) crop. World meteorological organization. Iowa State University. Ames Iowa.

- Burstall, L. and P. M. Harris. 1983. The estimation of percent light interception from leaf area index and plant ground cover in potato. *J. Agron. Sci.* 100: 241-244.
- Davis, D. S., R. B. Dwelle, G. E. Kleinkopf and R. K. Steinhorst. 1983. Comparative growth analysis of Russet Burbank potatoes at two Idaho locations. *American Potato Journal*. 60: 717-733.
- De la Morena, I., A. Guillén, and L. F. García del Moral. 1994. Yield development in potatoes as influenced by cultivar and the timing and level of Nitrogen fertilization. *American Potato Journal*. 71 (3): 165-167.
- DeBuchananne, D. A. and V. F. Lawson. 1991. Effect of plant population and harvest timing on yield and chipping quality of Atlantic and Norchip potatoes at two Iowa locations. *American Potato Journal*. 68: 287-297.
- Dwelle, R. B., G. E. Kleinkopf, R. K. Steinhorst, J. J. Pavek and P. J. Hurley. 1981. The influence of physiological processes on tuber yield of potato clones *Solanum tuberosum* L.: Stomatal diffusive resistance, stomatal conductance, gross photosynthetic rate, leaf canopy, tissue nutrient levels and tuber activities. *Potato Research*. 24: 33-47.
- Evans, L. T. 1980. *Crop Physiology*. Cambridge University Press. 225-252.
- Gawronska, H., and R.B. Dwelle. 1989. Partitioning of photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance. I. Partitioning patterns in cultivar Russet Burbank grown under high and low irradiance. *American Potato Journal*. 66: 201-213.
- Gawronska, H., M. K. Thornton. and R. B. Dwelle. 1992. Influence of heat stress on dry matter production and photoassimilate partitioning by four potato clones.

07339

BANCO DE TESIS

- American Potato Journal. 69 (10): 653- 654.
- Gawronska, H., R. B. Dwelle, and J. J. Pavsek. 1990. Partitioning of dry matter production and photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance: II Partitioning patterns by four clones grown under high and low irradiance. American Potato Journal. 67 (3): 163-164.
- Gonzalez, S. S. H. 1990. Análisis de Crecimiento de dos Genotipos de Papa (*Solanum tuberosum* L.). Evaluados Bajo Diferentes Dosis de Fertilización. Tesis de Licenciatura. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Greulach; V.A. and J. E. Adams. 1970. Las plantas. Versión Española. Dr. Romero Rivas Nava. De. Limusa. Mexico D. F. 679 p.
- Halderson, J. L., J. C. Ojala, G.W. Harding, and E.V. Musselman. 1992. Influence of seed placement on Russet Burbank potato yield and grade. American Potato Journal. 69 (1): 31-32.
- Hernández, R. P. S. 1986. Estimaciones del área foliar utilizando mediciones lineales y de peso fresco. Seminario Técnico. PRONAPA. 3: 140-145.
- Hetherington, S. E., Smillie, P. Malagamba and Z. Huaman. 1983. Heat influence and cold tolerance of cultivated potatoes measured by the chlorophylla fluorescence method. Planta. 159: 119-124.
- James, D. W., R. L. Hurst, D. T. Westermann, and T. A. Tindall. 1994. Nitrogen and Potassium fertilization of potatoes evaluating nutrient element interactions in petioles with response surfaces. American Potato Journal. 71 (4) 249-251.

- Jefferies, R. A. 1989. Water-stress and leaf growth in field-grown crops of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Exp. Bot.* 40: 1375-1381.
- Kincaid, D. C., D. T. Westermann, and T. J. Trout. 1993. Irrigation and soil temperature effects on Russet Burbank quality. *American Potato Journal.* 70 (10): 711-713.
- Kleinkopf, G. E., D. T. Westermann and R. B. Dwelle. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agron. J.* 73: 799-802.
- Larqué, S. A., Trejo, L. C. 1990. *Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. El Agua en las Plantas.* DE. Trillas. México.
- Locascio, S. J., J. A. Bartz, y D. P. Weingartner. 1992. Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in north Florida. *American Potato Journal.* 69 (2): 95-96.
- Malik, J. N., R. B. Dwelle. M. K. Thornton., y J. J. Pavék. 1993. Dry matter accumulation in potato clones under seasonal high temperature conditions in Pakistan. *American Potato Journal.* 69 (10): 667-668.
- Manrique, L. A. 1989. Analysis of growth of Kennebec potatoes grown under different environments in the tropics. *American Potato Journal.* 66: 277-291.
- Martínez, R. G. J. 1989. Partición de fotosintatos y relación fuente-demanda. Seminario Técnico. PRONAPA. 6: 578-608.
- Moreno, U. 1985. Environmental effects on growth and development of potato plant. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima Perú. 14: 481-501.

- New Brunswick Department of Agriculture. 1991. Potato Varieties in Canada. . 4a Edición. Departamento de Agricultura de Canada.
- Pimienta, B. E., Otero, M. L. M. 1985. Partición de la materia seca y su relación en el desarrollo fenológico de la papita (*Solanum cardyophyllum* y *S. ehrenbergii*) de monte. Tesis. UASLP. pp 242-257.
- Porter, A. G. and Jonathan, A. Sisson. 1993. Yield, market quality and petiole nitrate concentration of non-irrigated Russet Burbank and Shepody potatoes in response to sidedressed Nitrogen. American Potato Journal. 70 (2): 101-102.
- Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. Crop Science. 7: 171-175.
- Rocha, M. D. 1990. Estudio de Parámetros Fisiotécnicos en Diferentes Fechas de Siembra en Papa (*Solanum tuberosum* L). Tesis de Licenciatura . UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Rosenthal, W. D., G. F. Slouse and W. R. Jordan. 1987. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. Agron. J. 79: 1019-1026.
- Rykbost, K. A. and J. Maxwell. 1993. Effects of plant population on the performance of seven varieties in the Klamath basin of Oregon. American Potato Journal. 70 (6): 463-463.
- Sale, P. J. M. 1973. Productivity of vegetable crop in a region of high solar input. I. Growth and development of the potato (*Solanum tuberosum* L.). Austr. J. Agric. Res. 24: 733-749.

- Salisbury, F. B. and C. Ross. 1969 Plant physiology. Wadsworth publish company. California. U.S.A. 747 p.
- Sepúlveda, G. and W. M. Kliwer. 1985. Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). Using laminae measurements and fresh weight. Ann. J. Enol. Vitic. 35: 19-21.
- Setlink, J. 1970. Editor, Production and measurements of grain yield in cereals. Agricultural Progress. 44: 30-42.
- Sipos, J. and R. K. Prange. 1986. Response of ten potato cultivars to temperature as measured by chlorophyll fluorescence *in vivo*. American Potato Journal. 63: 683- 694.
- Stark, J. C. and I. R. McCann. 1992. Optimal allocation of limited water supplies for Russet Burbank potatoes. American Potato Journal. 69 (7): 413-414.
- Stark, J. C., I. R. McCann, D. T. Westermann, B. Izadi, and T. A. Tindall. 1993. Potato response to split Nitrogen timing with varying amounts of excessive irrigation. American Potato Journal. 70 (11): 765-766.
- Steward, F. C., U. Moreno and W. M. Roca. 1971. Growth and composition of potato plants as affected by environment. Ann. Bot. 48, Supplement. 2, pp 1-45.
- Stokle, O. C. and L. K. Hiller. 1994. Evaluation of on-farm irrigation Scheduling methods for potatoes. American Potato Journal. 71 (3): 155-156.
- Stone, N. D., R. N. Loulson, R. E. Frisbie and D. K. Loh. 1986. Expert system in Entomology; three approaches to problem solving. Bol. Entomol. Soc. Am. 32: 161-166.

- Tibbitts, T. W., W. Cao, and S. M. Bennett. 1992. Utilization of potatoes for life support in space V. Evaluation of cultivars in response to continuous light and high temperature. *American Potato Journal*. 69 (4): 229-230.
- Trout, T. J. D. C. Kincaid, and D. T. Westermann. 1994. Comparison on Russet Burbank yield and quality under furrow and sprinkler irrigation. *American Potato Journal*. 71 (1): 15-16.
- Van Hoggen J. J. 1989. *Catálogo Holandés de Variedades de Patata*. La Haya, Wageningen. Holanda.
- Wayne, J. M., and M. C. Laurin. 1984. Non destructive leaf area measurements of *Ipomoea batatas*. CV. Centennial. *Hort. Science*. 19: 58.
- Weisz, R., John kaminski, and Zane Snilowitz. 1994. Water deficit effects on potato leaf growth and transpiration: Utilizing fraction extractable soil water for comparison with other crops. *American Potato Journal*. 71 (12): 829-830.
- Westermann, D. T., S. M. Bosna, and M. A. Kay. 1994. Nutrient concentration relationships between the fourth petiole and upper-stem of potato plants. *American Potato Journal*. 71 (12): 817-818.
- Westermann, D. T., T. A. Tindall, D. W. James, and R. L. Hurst. 1994. Nitrogen and Potassium fertilization of potatoes: Yield and specific gravity. *American Potato Journal*. 71 (7): 417-418.
- Wissar, R., y Ortiz, R. 1987. Mejoramiento de la papa en el CIP por adaptación a climas cálidos tropicales. Doc. de Tecnología Especializada No 22. Lima, Perú.

Wolf, S., A. Marani and J. Rudich. 1990. Effects of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. *Ann Bot.* 66: 513-520.

Zavala, G. F. 1982. Interrelación entre los caracteres fisiotécnicos del híbrido y sus progenitores sobre el rendimiento de grano y estimación de parámetros genéticos en Sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Tesis. M. C. Colegio De Postgraduados. Chapingo. México.