

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE
PAPA (*Solanum tuberosum* L.) Y SU INFLUENCIA
EN LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO

ENRIQUE GUSTAVO CHARLES CARDENAS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular
de Asesoría y aprobado como requisito parcial, para optar
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

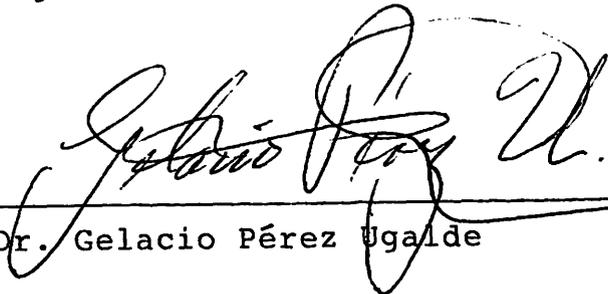
COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



Ing. M.S. Ricardo A. Dávila Valdés

Asesor:



Dr. Gelacio Pérez Ugalde

Asesor:



Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi



Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. RERONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coah. Mayo de 1989

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme su apoyo y la oportunidad de superarme profesionalmente.

Al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, por aceptarme dentro de la especialidad y apoyarme en mis deseos de superación.

Al Ing. M.S. Ricardo A. Dávila Valdés, Dr. Gelacio Pérez Ugalde, Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi e Ing. M.C. Regino Morones Reza, por su valiosa conducción, asesoría, - sugerencias y revisión de la presente investigación.

Al Ing. M.C. Humberto Alvarado Sánchez, Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar e Ing. Roberto del Toro W., por su apoyo dentro de los departamentos correspondientes para lograr la realización de esta investigación.

A los señores Héctor de la Peña Rdz., Dionicio Garza Saada, Lorenzo González V., Jaime Gutiérrez T., Miguel Guajardo, Eduardo Villarreal D., Eduardo Ramos, David Cabello V. Andrés Otero; Ejido La Concha y Ejido Santa María, por brindarme su apoyo y facilidades necesarias durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. José Angel de la Cruz B., Ing. Carlos I. - Suárez Flores y trabajadores de invernaderos, por sus consejos y ayuda en la conducción de este trabajo de investigación.

A todos mis compañeros de la primera, segunda y tercer generación de tecnología de semillas, egresados de ésta H. Universidad.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi esposa:

ROSA I. CHAVERO DE CHARLES

*A quien tanto amo, gracias por tu pa
ciencia, ayuda, comprensión y motiva
ción durante mis estudios de postgra
dó.*

A mi hija:

DENNIS CHARLES CHAVERO

*A la que tanto quiero, gracias por
las horas de encierro y silencio, -
que por tu edad tal vez no entendías
fue tu cariño el que me motivó a su-
perarme.
Por ellas, seguiré adelante.*

A mis padres:

JULIO CHARLES F. Y
MA. DEL REFUGIO C. DE CHARLES

*Con mucho cariño, por su apoyo y -
comprensión.*

A mis padres políticos:

IGNACIO CHAVERO R. Y
LILIA GUZMAN DE CHAVERO

A quienes tanto estimo

A mis hermanos:

Julio,
José Antonio,
Flavio,
Francisco Javier
y Miguel Angel

A mis amigos:

Jorge,
Alejandro,
Eusebio,
Ricardo,
Mario y
José

A mi **ALMA MATER.**

COMPENDIO

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum
tuberosum* L.) Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD Y EL
RENDIMIENTO

Por

ENRIQUE GUSTAVO CHARLES CARDENAS

MAESTRIA EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo de 1989

Ing. M.S. Ricardo A. Dávila Valdés - Asesor -

Palabras clave: Papa, tubérculo, semilla, manejo, -
almacenamiento, calidad, rendimien-
to, industria.

El presente estudio se llevó a cabo en dos localida-
des (Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L.) con tres dife-
rentes manejos y siete ambientes de almacenamiento, utilizán-
dose un diseño bloques al azar con arreglo factorial $2 \times 4 + 2$
tratamientos adicionales con el fin de determinar una metodo-
logía adecuada, práctica y económica para recomendar el me-
jor manejo y almacenamiento de semilla de papa de la varie-
dad comercial Alpha.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas en el rendimiento y la clasificación por tamaños en los diferentes componentes del factorial, en ambas localidades y en el análisis combinado, se encontró influencia de los ambientes acondicionados con luz en el rendimiento total y en el tamaño primeras, se presentó influencia de los ambientes condicionados para los tamaños segundas y quintas.

El número de tallos fue influenciado por los ambientes acondicionados, no existiendo diferencia entre ellos, pero en los no acondicionados se tuvo mayor influencia en los almacenes más pequeños. En el tamaño segundas se presentó influencia, en las dos localidades en los ambientes acondicionados y para el tamaño cuartas se tuvo influencia de los ambientes no acondicionados. El rendimiento se presentó con un 145 por ciento más en la localidad de Emiliano Zapata, Coah., pero con bajo porcentaje de sólidos y mejor calidad de freído que la localidad de Navidad, N.L., teniendo una posible influencia del manejo y almacenamiento de la semilla.

El manejo de cajas es el más recomendado, por ser más práctico y estar al alcance de todos los agricultores de diferentes niveles sociales. Los almacenes acondicionados con luz, son más económicos, por lo tanto, son recomendados en estas regiones ya que se obtienen brotes pequeños, verdes y vigorosos, además dando riegos en el piso se evita la deshidratación del tubérculo. Almacenar papas en bodegas

que se usan para varios objetivos no es recomendable ya sean grandes o chicos, porque se pone en peligro la sanidad del lote de papa.

ABSTRACT

MANAGEMENT AND STORAGE OF POTATO SEED (*Solanum tuberosum* L.) AND ITS INFLUENCE IN THE QUALITY AND YIELD

By

ENRIQUE GUSTAVO CHARLES CARDENAS

MASTER OF SCIENCE
SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Buenavista, Saltillo, Coahuila. May, 1989

Ing. M.S. Ricardo A. Dávila Valdés - Adviser -

Key words: Potato, tubercle, seed, management, storage, quality, yield, industri.

The present research was conducted in two localities (Emiliano Zapata, Coah. and Navidad, N.L.) with three different management practices and seven storage environments utilizing a randomized block design with $2 \times 4 + 2$ factorial and with two additional treatments with an object of determining an optimum, practical and economic treatment and for recommending the best management and storage of potato commercial variety Alpha.

The analysis of variance revealed significant differences for yield and the classification of sizes in the -

different components of the factorial in both the localities and in the combined analysis the influence of environmental treatment of light was found on the total yield and the first grade quality size. The influence of environmental treatments was also observed for second and fifth quality sizes.

The number of stems per plant was influenced by environmental treatment and without existing the differences between them, but in the no environmental treatments produced highest influence on the small size tubercles. On the second size tubercles presented the influence of the two localities and by the environmental treatments, the fourth quality size had influence by non environmental treatments. The locality of Emiliano Zapata, Coah., manifested 145 per cent higher yield, but produced lower per cent of solids and greater quality for preparation of fried chips when compared to the locality of Navidad, N.L., having a possible influence in the management and storage of seeds.

The management of potatoes in the wooden boxes is recommended because it is economic and within the reach of agriculturists in different levels of the society. The storage treatment with light is also very economic and hence is recommended in these regions because it obtains small, green, vigorous sprouts and in addition irrigation to the floor avoids dehydration of tubercles. Storage of potatoes in the small or big stores where all the other objectives are stored is not recommended because it is dangerous to the sanitation of potatoes.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	xiii
INTRODUCCION.	1
REVISION DE LITERATURA	5
Antecedentes	5
Cosecha	7
Selección	8
Cicatrización	9
Estado Fisiológico	10
Composición Química	11
Período de Almacenamiento	12
Respiración	13
Temperatura, Humedad y Luz.	14
Deterioro	15
Sanidad (Hongos, Bacteria e Insectos).	16
Productos Químicos Durante el Almacenamiento	20
Pérdidas	21
Densidad de Tallos	25
Pruebas de Vigor	26
Sistemas de Manejo y Almacenamiento	27
Almacenamiento a Granel, en Silos, Pilas Con y Sin Ventilación	27
Almacenamiento a Granel, Pallets, Arpillas y - Cajas con Ventilación Forzada y Refrigeración.	30
MATERIALES Y METODOS	36
RESULTADOS Y DISCUSION	50
CONCLUSIONES	80
RESUMEN	82
LITERATURA CITADA	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.	
3.1	Promedio de temperaturas máximas, mínimas, <u>hu</u> <u>medades</u> relativas y altura sobre el nivel del mar de los diferentes almacenes, localizados - en Emiliano Zapata y Huachichil, Coah., y Navi dad, N.L. Tomados del 15 de marzo al 25 de ma yo de 1988.	44
4.1	Análisis de varianza para diferentes caracte- rísticas agronómicas en papa en la localidad de Emiliano Zapata, Coah.	51
4.2	Análisis de varianza para diferentes caracte- rísticas agronómicas en papa en la localidad de Navidad, N.L.	57
4.3	Análisis de varianza combinado para diferentes caracteres agronómicos en papa en las locali- dades de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L.	65
4.4	Contrastes de las diferentes características agronómicas en papa de las dos localidades en estudio.	53
4.5	Promedios de diferentes características agrono micas en papa en la localidad de Emiliano Zapa ta, Coah.	67
4.6	Promedio de diferentes características agrono micas en papa en la localidad de Navidad, N.L.	69

1. INTRODUCCION

México es uno de los dos centros de origen de la papa desde hace 500 años A.C., fue consumida como alimento básico en los Andes por los Incas y nativos del Altiplano de México. En el siglo XVI fue llevada a Europa por los españoles y en los siglos siguientes aseguró la alimentación del pueblo europeo, haciendo posible la revolución industrial de ese continente, entre los países que utilizan la papa como alimento básico, que están más desarrollados y no tienen problemas nutricionales figuran: Inglaterra, Holanda, Alemania, Polonia y Suecia (Maldonado, 1982).

La papa ocupa el cuarto lugar en importancia para el hombre entre las plantas alimenticias después del arroz, maíz y trigo; es la planta que se siembra en mayor extensión entre los cultivos que se reproducen vegetativamente. La papa figura en la dieta de más de 100 países y ocupa el primer lugar en la producción de calorías diarias por unidad de superficie cosechada y el segundo lugar después de la soya en la producción proteica por unidad de superficie. La papa es superior a los cereales en producción diaria de calorías, lisina y proteínas por unidad de superficie y como una excelente fuente de vitamina "C" y del grupo vitamínico "B" (Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), 1976).

En México la papa se empezó a cultivar desde hace - aproximadamente 250 años y se encuentra distribuida principalmente en los Estados de México, Coahuila, Nuevo León, Sinaloa, Guanajuato, Puebla, Michoacán, Chihuahua, Tlaxcala, Baja California y Veracruz, aunque existen suelos y climas apropiados en otros Estados de la República (Cázares, 1981). A nivel nacional se cultivan más de 70,000 ha, de acuerdo a la Dirección General de Estadísticas Agrícolas en 1982 y al canza una producción total superior a 941 mil toneladas, de esta superficie 51 mil hectáreas son bajo condiciones de - riego, el consumo per cápita anual nacional se calcula en - 10.3 kg (SARH, 1984).

El almacenamiento de papa, necesariamente debe ser enfocado, teniendo en cuenta el uso que los tubérculos van a tener después de que estos han sido guardados por un tiem po determinado en el almacén. De este punto de vista surgen dos divisiones principales, que son el almacenamiento - de papa para consumo y almacenamiento de semilla. No obstante que algunos principios básicos son aplicables tanto a la papa de consumo como a la semilla, existiendo también di ferencias esenciales en las condiciones de almacenamiento que deben ser tomadas en cuenta, dependiendo de la utiliza ción que se va a dar a los tubérculos después del almacena miento (Rodríguez, 1979).

Los tubérculos de papa deben ser almacenados siem pre, hasta el momento de la siembra, las condiciones de almacenamiento de la semilla influyen sobre los procesos de -

envejecimiento y subsecuentemente en el cultivo en lo referente a la precocidad y al rendimiento. El manejo del almacén es tan decisivo como lo es el manejo de la producción y la habilidad para la comercialización, la operación de los almacenes debe ser llevada a cabo cuidadosamente, aún con instalaciones técnicas óptimas, sólo se almacenan tubérculos de buena calidad, por lo que es necesario hacer lo posible para producir papa de alta calidad de almacenamiento, ya que no se realizan pruebas de calidad antes de ser sembrados los tubérculos semilla en el campo (Shaw y Booth, 1986).

Los agricultores que almacenan semilla de papa lo hacen de muchas formas distintas, no existiendo un buen manejo y almacenamiento de los materiales de un ciclo a otro, teniendo que vender la cosecha a mitad de precio, de lo que se cotizaría después de unos meses, lo que representa fuertes pérdidas para los agricultores, principalmente aquellos que carecen de infraestructura necesaria para su almacenamiento, no existiendo información sobre cuál sería la mejor manera de manejar y almacenar su semilla para obtener los mejores rendimientos en el ciclo siguiente. En el área de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) se localizan importantes regiones productoras de papa para consumo y semilla, como son: Coahuila y Nuevo León, existiendo zonas aisladas que son surtidoras y receptoras de esta semilla, las superficies que se siembran en estas regiones son considerables y de gran importancia económica, ya que son fuentes de trabajo de estos Estados, por lo que se

planteó esta investigación en papa con la variedad comercial Alpha con los siguientes objetivos:

- Estudiar los diferentes sistemas de manejo y almacenamiento de semilla de papa y determinar - una metodología adecuada, práctica y económica.
- Recomendar el mejor manejo y almacenamiento de semilla tubérculo de papa, para obtener alta calidad de semilla y rendimientos sobresalientes.

Hipótesis

- Un material manejado y almacenado en condiciones óptimas podrá incrementar considerablemente la calidad y el rendimiento por unidad de superficie.

2. REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

Según García (1983) menciona que el origen de las papas se sitúa en América, concretamente en la región Andina de Bolivia y Perú donde los Incas la cultivaban mucho antes del descubrimiento. Los pobladores de los andes ya consumían papa silvestre, más tarde no solamente se cultivaba, sino se utilizaban técnicas un tanto complejas para su conservación.

Actualmente entre los cultivos de escarda ocupa un lugar destacado la papa, planta perteneciente a la familia de las solanaceas, conocida científicamente con el nombre de *Solanum tuberosum*, presentando tallos ramosos, hojas partidas y flores de color morado a blanco, pero su cualidad dominante se encuentra en los estolones donde se desarrollan gruesos tubérculos, muy ricos en féculas que constituyen la razón de su cultivo. Una vez maduro estos contienen una considerable proporción de agua, cifrada entre el 77 y 79 por ciento; su contenido de almidón y azúcar (hidratos de carbono) es del orden del 12 al 19 por ciento, mientras que las proteínas alcanzan el dos por ciento, normalmente se emplean los propios tubérculos para la multiplicación de las plantas.

2. REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

Según García (1983) menciona que el origen de las papas se sitúa en América, concretamente en la región Andina de Bolivia y Perú donde los Incas la cultivaban mucho antes del descubrimiento. Los pobladores de los andes ya consumían papa silvestre, más tarde no solamente se cultivaba, sino se utilizaban técnicas un tanto complejas para su conservación.

Actualmente entre los cultivos de escarda ocupa un lugar destacado la papa, planta perteneciente a la familia de las solanaceas, conocida científicamente con el nombre de *Solanum tuberosum*, presentando tallos ramosos, hojas partidas y flores de color morado a blanco, pero su cualidad dominante se encuentra en los estolones donde se desarrollan gruesos tubérculos, muy ricos en féculas que constituyen la razón de su cultivo. Una vez maduro estos contienen una considerable proporción de agua, cifrada entre el 77 y 79 por ciento; su contenido de almidón y azúcar (hidratos de carbono) es del orden del 12 al 19 por ciento, mientras que las proteínas alcanzan el dos por ciento, normalmente se emplean los propios tubérculos para la multiplicación de las plantas.

El programa de producción de semilla certificada de papa en México se inició en 1957, en las regiones paperas - libres en lo posible de enfermedades y plagas, por lo tanto, factibles de producir semilla en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de las variedades con mayor aceptación en el mercado por sus características culinarias, para este propósito se formularon normas específicas para la certificación de semilla de papa de las categorías: Básica, registrada y certificada, enfatizando los requisitos del terreno, aislamiento, plagas, enfermedades, inspecciones de campo, etc. (SAG, 1976).

Durante 1981 se obtuvo una producción nacional de un millón de toneladas y un rendimiento medio de 13.4 ton/ha la producción total se desglosa de la siguiente manera: 70.8 por ciento para consumo en fresco, 19.0 por ciento en semilla, 10.0 por ciento de mermas y 0.2 por ciento en exportación.

De las 69,000 hectáreas sembradas con papa en México aproximadamente el 50 por ciento se encuentra en los valles con alturas inferiores a los 2,000 msnm y el resto se localiza en la sierra con alturas de 2,000 a 4,000 msnm - (Maldonado, 1982).

García (1983) menciona que en la conservación de papa deben distinguirse dos casos diferentes: El relativo a la papa de consumo y el que corresponde a la destinada para siembra, en ambos se persiguen fines comunes; como evitar pérdidas por causas patológicas, pero en papa para consumo

debe cuidarse especialmente el mantenimiento inalterable de su buen aspecto exterior, así como el de su buen sabor, mientras que en la de siembra es primordial conservar perfectamente su vigor vegetativo.

Cosecha

García (1983) y Rodríguez (1979) reportaron que la papa está recubierta por una piel suberosa provista de pequeños orificios o poros, por los que respira, eliminando calor, humedad y bióxido de carbono, al mismo tiempo, ésta piel constituye su mejor defensa natural.

Las cosechadoras deben reunir los perfeccionamientos adecuados para minimizar riesgos por raspaduras o daños mecánicos, además, deben ser manejados por personal experto.

La recolección de la papa debe hacerse en tiempo seco, extendiéndolas a continuación en el suelo para que se airén y sequen bien, la operación debe llevarse a cabo cuando los tubérculos estén maduros; porque de lo contrario si la piel no se ha suberizado, presenta muy poca resistencia al paso de la humedad hacia el exterior, circunstancia que propicia la pérdida de grandes cantidades de agua, no ocurre así en los tubérculos maduros que poseen una mayor protección superficial, mientras no inician la germinación.

Un factor a considerar es la temperatura del suelo al momento de la cosecha. El tubérculo tiene la misma temperatura que el suelo y cuanto más frío se encuentre menor

fuerza se requiere para ocasionar el rompimiento de la piel. En términos generales, la semilla no debe cosecharse cuando la temperatura del suelo es menor de cuatro grados centígrados. Si el suelo está húmedo al momento de la cosecha debe procurarse el secado de la semilla antes del almacenamiento.

Selección

Según García (1983) menciona que los tubérculos que van a almacenarse deben presentar en su totalidad un buen estado sanitario, porque la existencia de ejemplares defectuosos o enfermos, comprometen la buena conservación del lote. Por otra parte, es importante que las papas lleguen limpias al almacén, porque sólo así podrán resultar eficientes los diferentes tratamientos a que deben someterse posteriormente con el objeto de lograr su perfecta conservación. No debe prescindirse nunca de la labor de selección, que además de la eliminación de las unidades enfermas y de los cuerpos extraños, sirve también para clasificarlas por tamaños, de modo que tendremos, por un lado las papas pequeñas, por otro lado las comerciales y finalmente las de tamaño mediano.

El trabajo de selección puede hacerse a mano o mecánicamente; en el primer caso se extienden las papas encima de grandes mesas o sobre el piso, donde se hace la clasificación y se separan las papas contaminadas, así como las piedras y tierra que la acompañan, la selección mecanizada se vale de máquinas de tecnología más o menos sofisticada, en la que se emplean medios físico o electrónicos, incluyendo los rayos X.

Otro sistema muy usado es el mixto en el que una cinta transportadora va cargando los tubérculos, mientras se produce manualmente el trabajo de selección, que puede estar ayudado mecánicamente, la excesiva mecanización en la selección y limpieza de papas tiene sus riesgos, cuando mayor sea el camino recorrido por los tubérculos en su paso a través de equipo mecánico, mayor será el riesgo de daño mecánico.

La SAG (1976) clasifica los tubérculos en diferentes categorías de acuerdo a su diámetro en milímetros y se deben separar en cada envase como sigue: 28 a 35, 35 a 45, 45 a 55 y 55 a 65 mm. Para la categoría básica y registrada se admiten tamaños de 65 mm, siempre y cuando estos tubérculos se vayan a utilizar para la obtención de la categoría básica por medio de los métodos de unidad de tubérculo y de selección clonal.

Cicatrización

Luján (1978) dice que para disminuir los daños mecánicos es necesario cosechar tubérculos completamente maduros y suberizados, evitando golpes y manejo brusco del producto.

La cicatrización tiene por objeto lograr que las heridas sufridas durante la cosecha y transporte se cierren. Las condiciones en que mejor se realiza este proceso son temperaturas de 15 a 16°C y una humedad relativa promedio

de 90 por ciento, dejándose la semilla durante dos semanas aproximadamente (Cip, 1978).

García (1983) y Van Der Zaag (1981a) determinaron - que el curado consiste en colocar las papas en un lugar protegido y bien ventilado durante 10 o 14 días a una temperatura de 10 a 18°C, de esta manera se logra que cierren las pequeñas heridas de la piel y se evita la entrada de gérmenes patógenos en el interior del tubérculo. Este período no es conveniente alargarlo más de lo indicado porque bajo las mencionadas características de humedad y temperatura se favorece la transformación de las yemas en brotes.

Van y Hartmans (1981) menciona que la suberización a lo largo de las paredes celulares en papa y su formación es un importante proceso, realizado por el suberín que es - un polímero, principalmente compuesto de lípidos, comparables con las capas cerosas o cutina.

Estado Fisiológico

Una vez arrancada, la papa presentará un estado de latencia que podría durar de 10 a 100 días, según la variedad de que se trate, al cabo de ese tiempo, y si no se hace nada por impedirlo, empezará a germinar y las yemas u ojos iniciarán su desarrollo convirtiéndose en brotes o grillos que darán origen a nuevas plantas, como es obvio, salvo en el caso de destinar la papa para la siembra, deberá evitarse o retrasarse la aparición de esos brotes. En realidad,

el objetivo es mantener el tubérculo en las mismas condiciones que tenía al arrancarlo de la planta (García, 1983 y - Van Der Zaag, 1981a).

El ser un elemento vivo, el tubérculo de papa sigue respirando durante el período de conservación a expensas de sus reservas nutritivas, los almidones que contiene se transforman en azúcares y éstos al oxidarse por el oxígeno del aire, se descomponen en vapor acuoso y anhídrido carbónico. En las reacciones químicas se desarrolla calor que favorece la evaporación del agua contenida dentro del tubérculo. La mayor pérdida de agua tiene lugar durante los primeros días que siguen a la recolección, luego el proceso es más lento, pero en todo caso los cortes y pequeñas heridas que pueden haber sobre la piel, incrementaron esa evaporación (García 1983 y Rodríguez, 1979).

Composición Química

Van y Hartmans (1981) concluyeron que la composición química de la papa es muy importante, no sólo para el almacenaje, pero también lo es para el proceso y su consumo. El sistema de almacenamiento debe estar asociado con su metabolismo de carbohidratos. En el proceso industrial de la papa deberán tomarse en cuenta factores como: contenido de materia seca, azúcares, proteínas y compuestos de otros nitrógenos. Los lípidos son también importantes para la conservación del producto ya procesado. La composición química de la papa es la siguiente: El 75.0 por ciento es de agua, -

19.5 por ciento de almidones, 2.0 por ciento de proteínas - más aminoácidos, 1.4 por ciento de azúcares, 1.1 por ciento de minerales, 0.3 por ciento grasas, 0.7 por ciento fibra - cruda y vitaminas C y B₁, B₂, B₆, H, K, A, solaminas, ácidos orgánicos, pigmentos, hormonas y enzimas.

La composición química de la materia seca en papa puede variar substancialmente de acuerdo a la variedad, condiciones durante el crecimiento, tipo de suelo, aplicación - de fertilizantes, temperaturas, humedad, luz y el grado de - madurez. Los cambios pueden ocurrir durante el almacenamiento como: azúcares, ácidos orgánicos, variación de minerales y vitaminas, así como el contenido de la materia seca. Los componentes químicos no están distribuidos homogéneamente en el tubérculo, los ácidos cloragénicos se encuentran en la - parte exterior del tubérculo, la solamina se encuentra prin- cipalmente alrededor de los ojos y la enzima phenolasea se encuentra distribuida por todo el tubérculo.

Período de Almacenamiento

García (1983) sugiere que el alto contenido hídrico de la papa, hace que su conservación no pueda prolongarse - indefinidamente, aunque se observen rigurosamente las condi- ciones consideradas óptimas.

Velazquez y Orozco (1983) citan tres períodos o fa- ses durante el almacenamiento:

1. Período de curación, cuando las heridas se sube rizan y la piel adquiere mayor consistencia.

2. Período de dormancia. Caracterizado por la baja intensidad de respiración y transpiración.
3. Período de brotación. Es decir cuando las pa-pas inician el crecimiento y desarrollo con la aparición de pequeños brotes o yemas.

→ Van Der Zaag (1981a) indica que pérdidas de peso por evaporación y respiración pueden ser muy elevadas debiéndose principalmente a la pérdida de agua ocurriendo una disminución de la calidad y arrugamiento de los tubérculos.

Respiración

Los azúcares procedentes del desdoblamiento de almidón, se utilizan para la respiración de forma que durante el almacenamiento, la calidad de los tubérculos se reduce, sin embargo, la producción de almidón en el tubérculo puede aumentar durante el almacenamiento dependiendo de la pérdida de agua. En el proceso respiratorio se utiliza el oxígeno del medio ambiente más agua del tubérculo, se produce - anhídrido carbónico y calor, la totalidad del proceso depende básicamente de:

1. La temperatura del tubérculo
2. La condición de los tubérculos

Los tubérculos inmaduros respiran con mayor rapidez que los maduros, los tubérculos dañados respiran también - mucho más que los inmaduros (Van Der Zaag, 1981a).

García (1983) estimó que las temperaturas de cuatro grados centígrados pueden considerarse como críticas para la conservación de la papa, por debajo de ellas se incrementa la transformación de los almidones en azúcares, con el consiguiente cambio de sabor del producto, ya citado anteriormente, y al llegar a los cero grados centígrados se hiella; con lo que nos encontramos ante un margen de seguridad técnica muy reducido para lograr una conservación satisfactoria de la cosecha.

Temperatura, Humedad y Luz

García (1983) y Van Der Zaag (1981c) señalan que las condiciones óptimas para la conservación de la papa se dan cuando la misma ha sido recolectada en el momento preciso, en el que han alcanzado ya su máximo desarrollo, con el debido cuidado para evitar rasguños en su piel y almacenándola a unos cuatro grados centígrados de temperatura y a 95 por ciento de humedad relativa, desde luego, partiendo del supuesto que el producto está razonablemente sano. El grado de respiración es mínimo a cinco grados centígrados y en temperaturas mayores, la proporción aumentó.

El almacenamiento de la papa debe hacerse a temperaturas relativamente bajas; unos pocos grados por debajo de los 10°C son suficientes, no es conveniente bajar mucho de ésta temperatura porque entonces aumenta peligrosamente el contenido de hexosas (azúcares), apareciendo el fenómeno del endulzamiento. El endulzamiento de las papas por el -

frío se debe a la excesiva reducción del proceso respiratorio, que impide que aquellos azúcares formados por un proceso enzimático a partir de los almidones se descompongan en anhídrido carbónico y agua.

→ Por lo tanto, el almacenamiento destinado a papa para siembra deberá poderse iluminar artificialmente por la noche, puesto que además, de la temperatura, la luz favorece la germinación. La mejor fuente de luz artificialmente la constituyen los tubos fluorescentes, que se repartirán por el almacén en número suficiente que correspondan, aproximadamente, 70W por tonelada de producto almacenado; debe mantenerse la papa a oscuras y a una temperatura de cero a tres grados centígrados cuando se considere oportuno empezar la germinación, se ilumina el local y se aumentará la temperatura hasta siete grados centígrados, con un margen de tolerancia de un grado centígrado por encima y por debajo de esa cifra, de ésta manera, se obtendrán brotes robustos y verdes, que cuando alcanzan cinco milímetros de longitud será el momento oportuno para la siembra (García 1983 y Van Der Zaag, 1981c).

Deterioro

Los peligros a que puede estar expuesta la papa durante su almacenamiento son básicamente tres: cuyo orden de menor a mayor gravedad podemos establecer en: Deshidratación, germinación y enfermedades. La pérdida de humedad y en consecuencia, la pérdida de peso y el deprimente aspecto

(el tubérculo se arruga y marchita), se previene manteniendo un grado de humedad elevado, la germinación prematura - acorta el período de latencia y por lo tanto, reduce el tiempo de conservación, las temperaturas bajas retrasan la brotación de la papa, pero pueden alterar su sabor. Las enfermedades, especialmente las producidas por hongos producen la ruina de la cosecha y contra ella, las bajas temperaturas constituyen una buena defensa, así como los ambientes secos, lo que ya entra en conflicto con la necesidad de mantener un grado elevado de humedad para evitar que la papa se marchite (García, 1983 y Rodríguez 1979).

García (1983) menciona que como consecuencia del consumo de sus reservas, la papa va perdiendo peso gradualmente a lo largo de todo el tiempo de almacenamiento, arrugándose y reduciéndose de tamaño, lo que da un aspecto muy poco - - atractivo.

Sanidad (Hongos, Bacteria e Insectos)

Las enfermedades adquiridas en la propia planta, hacen su aparición durante la fase de almacenamiento, estas pueden afectar solamente a la superficie del tubérculo o - bien en su interior, aunque las primeras pueden ser de poca importancia, la modificación que experimenta la piel determinan su rechazo por parte del consumidor, no quedando al agricultor otro recurso que destinar su cosecha a la alimentación animal, en cuanto a la segunda puede considerarse verdaderamente nefasta y ocasionan la podredumbre de la pulpa,

incapacitando cualquier destino del producto (García, 1983 Rodríguez, 1979 y Van Der Zaag, 1981c).

La pierna negra o podredumbre blanda, ataca a la base del tallo pudriéndolo; es producido por la bacteria *Erwina caratovora*, y tal vez, es la peor enfermedad que puede afectar a las plantas y tubérculos almacenados. Se propaga con suma facilidad en locales calientes y saturados de humedad, a los que han llegado algunos tubérculos, tal vez mojados, ya infectados, procedentes de plantas afectadas por la enfermedad. Antes de la recolección, caracterizada por presentar ennegrecida la parte inferior de sus tallos, es peligroso almacenar papas mojadas por el agua de lluvia, pues favorece extraordinariamente la penetración de la bacteria en su interior, a través de los ojos y pequeñas heridas de la piel, la podredumbre no se desarrolla por debajo de cuatro grados centígrados (García 1983 y Ortega *et al.* 1987).

La papa es un vegetal vulnerable a numerosas enfermedades, pero sin duda, el grupo más numeroso es el producido por hongos. Entre ellos ocupa un lugar destacado, la peronospora o mildiu de la papa que se debe a *Phytophthora infestans*, un hongoomiceto que produce una mancha de color pardo claro sobre los tubérculos y amarillamiento en las hojas que luego pardean. Es muy común en los climas fríos y se desarrolla sobre la planta cuando las condiciones ambientales son propicias (temperatura y humedad elevada) y pueden acarrear hasta la destrucción completa de la misma en unos pocos días, aunque, en un principio, la enfermedad ataca a los

tallos y a las hojas, las aguas pluviales hacen descender las esporas del hongo hasta la tierra, infectando también a los tubérculos después de atravesar su piel, a los primeros síntomas de la infección aparecidos sobre la planta deberá aplicarse, sin demora, el oportuno tratamiento a base de - compuestos de cobre, zinc y mercurio, siendo mejor utilizar variedades con resistencia a la enfermedad, siendo las variedades tardías más susceptibles que las tempranas.

Una enfermedad de gravedad y característica paralela a las de peronospora es la alternariosis, producida también por un hongo (*Alternaria solani*) que en lugar de preferir el tiempo húmedo, se desarrolla más fácilmente en tiempos de sequía, los daños son parecidos y también lo son los medios conocidos para combatirla. La alternariosis puede aparecer con retraso sobre la cosecha almacenada, destruyendo lotes aparentemente sanos en la recolección.

Otra enfermedad de apariencia tardía sobre papa almacenada, supuestamente en buenas condiciones es el foma una podredumbre seca producida por el hongo *Phoma foveata*.

La fusariosis, que está producida por el hongo - *Fusarium coeruleum*, se desarrolla cuando el almacén está a temperaturas de 17 a 19°C y se pone de manifiesto por una mancha negruzca, un poco hundida, que aparece sobre el tubérculo y va creciendo en forma de pliegues concéntricos; si se corta la papa puede verse en su interior invadido por una podredumbre de color pardo, esta enfermedad penetra en el - tubérculo a través de las raspaduras y pequeñas heridas que

pueden haber sobre la piel, de ahí la importancia de extremar las precauciones (García, 1983 y Van Der Zaag, 1981a).

García (1983) y Rodríguez (1979) opinan que la oosporosis es causada por la *Oospora pustulans*, un hongo hifomiceto que produce sobre la piel de la papa unas zonas deprimidas, de forma redonda, con una especie de yema en el centro, sin embargo, las enfermedades que solamente afectan a la piel de la papa, como es ésta, no ofrecen la gravedad de los que interesan. También la pulpa, a menos que vaya a destinarse a la siembra.

La sarna verrugosa, otra enfermedad producida por un hongo, el *Synchytrium endobioticum*, se caracteriza por unas verrugas que aparecen sobre los tubérculos, primero son de color blanquecino, pero luego se ennegrecen.

Los parásitos animales también atacan a la papa, en el producto almacenado, se encuentra la palomilla de la papa (*Yncorimos chena operculella*) un insecto que ataca exclusivamente a esta hortaliza y es capaz de acarrear daños gravísimos, especialmente en las zonas cálidas; realiza la puesta de huevos sobre las hojas de las plantas, y su larva se introduce luego en las hojas llegando hasta los tubérculos, donde excavan galerías fáciles de reconocer, los daños más importantes tienen lugar cuando las papas se encuentran ya almacenadas.

La dorifora o escarabajo, es un insecto de origen americano llamado *Leptinotarsa decemilineata*, con los elitros de

color amarillo anaranjado, surcadas por 10 rayas negras de arriba a abajo, sus larvas son gruesas y de color rojizo, con dos hileras de puntos negros a lo largo de su cuerpo y presentan una gran verocidad sobre las hojas, hasta hacerlas desaparecer (García, 1983).

Productos Químicos Durante el Almacenamiento

García (1983) y Rodríguez (1979) indicaron que el uso de productos químicos en el almacenamiento de la papa puede tener dos finalidades distintas: retrasar la germinación o controlar las posibles enfermedades que pueden poner en peligro la conservación de los tubérculos. Los productos químicos en forma de polvo o gránulos suelen aplicarse a mano, procurando distribuir el producto lo más uniformemente posible. Los productos químicos líquidos pueden aplicarse en forma de baño, sumergiendo en él las papas que se desean tratar, o en fumigaciones, esta forma es la más usada por razones prácticas, la uniformidad de la distribución es más segura que en los productos sólidos, pero deberá prestarse especial atención en que las papas no queden mojadas con el fungicida sino sólo cubiertos por una finísima capa del producto nebulizado.

Sabemos que el crecimiento de los brotes de la papa se ve favorecido por la temperatura, si no es posible controlar el crecimiento de estos brotes mediante una temperatura adecuada, o incluso a pesar de mantenerla dentro de los límites óptimos, puede recurrirse al uso de inhibidores de la -

germinación, siempre que la papa no vaya a destinarse a la siembra, los productos más importantes utilizados con ese fin son: Cloroprofam es el derivado del clorado de profam; se encuentra en forma líquida y su acción es enérgica, ya que paraliza totalmente la actividad celular, por lo que debe esperarse de 40 a 50 días después de la recolección para usarlo. El Tecnozeno se encuentra en forma de polvo y gránulos, se aplica a medida que las papas se van colocando en el almacén, además de su efecto inhibidor, posee acción fungicida. La hidrocida maleica se aplica directamente sobre la planta, 30 días antes de la recolección. Su acción paralizante del desarrollo se ejerce también sobre el propio tubérculo.

Entre los productos químicos usados como fungicidas destacan el Tiabendazol, que se aplica inmediatamente después de la recolección, no obstante, si se usan dos fungicidas convenientemente elegidos en lugar de uno sólo. Se tienen más probabilidades de éxito, ya que difícilmente se solapan exactamente los márgenes de acción de dos productos diferentes.

Pérdidas

Según García (1983) y Ortega *et al.* (1987) mencionan que las mermas producidas en almacenes pueden llegar a costos muy altos, hasta del 20 por ciento, si no se presta la debida atención a la conservación del producto, pero con las precauciones pertinentes puede reducirse sensiblemente,

llegándose a pérdidas de tan sólo el cuatro por ciento de la cosecha.

Las pérdidas de peso durante la conservación son debidas al proceso biológico normal, que como ente vivo, experimenta la papa hasta llegar a la última fase de la germinación, de poco sirve mantener la cosecha libre de enfermedades si al ponerla a la venta, ha sufrido pérdidas cuantiosas de peso por respiración, evaporación y germinación, la influencia de las temperaturas durante los meses de almacenamiento es notoria en lo referente a esta pérdida..

En segundo lugar en orden de importancia, en cuanto a posibles pérdidas en la cosecha de papa, lo ocupa la germinación de las yemas, no porque ello deteriore realmente los tubérculos, sino porque los nuevos brotes se desarrollan a expensas de los elementos nutritivos contenidos en la propia papa; así como de sus reservas de agua con el resultado de que se encogen y arrugan. Un factor que influye sobre la duración de la fase de latencia de la papa, es la temperatura, por debajo de los cuatro grados centígrados la papa puede conservarse inalterada durante bastantes meses, pero a medida que la temperatura sube por encima de aquél valor, se van reduciendo paulatinamente, el período latente, acelerándose su despertar e iniciándose la aparición prematura de los brotes.

Las enfermedades y plagas a que esta expuesta la planta de la papa son numerosas y diversas, pueden estar producidas por bacterias, hongos, gusanos e insectos y lo

mas grave es que la mayoría de las veces, se ve afectado el tubérculo, con lo que se compromete seriamente su futura conservación, los tubérculos desarrollan enfermedades que causan daños importantes, especialmente si el ambiente es húmedo y la temperatura algo elevada, el riesgo aumenta, por lo que es preciso almacenar las papas en locales secos y frescos, vigilando periódicamente su estado de conservación para eliminar los tubérculos que pudieran encontrarse afectados.

Shaw y Booth (1986) mencionan tres tipos de pérdidas que pueden ocurrir durante el almacenamiento, los tres tipos de pérdidas son siempre mayores en tubérculos dañados, enfermos o inmaduros, por lo tanto, se debe seleccionar cuidadosamente la papa que se va almacenar.

Pérdidas Patológicas

Estas pérdidas, ocasionadas por microorganismos, insectos y animales, son muy serias, los daños cuantitativos son causados por organismos que destruyen los tejidos del tubérculo (*Phytophthora infestans*, *Erwinia spp*), los daños cualitativos influyen sobre la apariencia externa (*Helminthosporium solani*, *Rhizoctonia solani*). El insecto mas dañino es la polilla del tubérculo de la papa (*Phythora imaca operculella*), los almacenes deben incluir lo necesario para impedir el ingreso de roedores.

Pérdidas Fisiológicas

Son provocadas por los procesos biológicos en la papa. Los tubérculos son tallos vivos que utilizan parte de sus carbohidratos para nutrirse; durante este proceso se genera calor cuando se produce el brotamiento. En el caso de tubérculos semilla, se puede utilizar luz para reducir el crecimiento de los brotes.

Pérdidas por Evaporación

Son causadas por el déficit de presión de vapor - (DPV) entre el vapor de agua en el aire y vapor de agua de la papa, la presión de vapor de agua en el aire del almacén es determinada por la temperatura y la humedad relativa del aire. Cuando el DVP es menor de dos milibares se conservará satisfactoriamente durante tres o cuatro meses, por lo tanto, es necesario mantener la humedad relativa tan alta como sea posible, lo cual resulta fácil de hacer cuando la temperatura del aire está cerca de siete grados centígrados los tubérculos de papa son organismos vivos, que continúan sus funciones vitales, especialmente de respiración, aún después de cosechados; este proceso se puede resumir en la siguiente forma:

Alimento almacenado + Oxígeno + Dióxido + Agua + Energía
 en el tubérculo del aire de carbono (calor)

La formación de dióxido de carbono, la pérdida de agua y de energía (calor) será mayor o menor dependiendo de

las condiciones ambientales que rodean al tubérculo en el período de almacenamiento (especialmente humedad relativa, temperatura y velocidad del viento).

Las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser - por varias causas, siendo las más importantes las siguientes: pudriciones, deshidratación y desprendimiento de brotes.

De las causas anteriores, la más importante es la pérdida por deshidratación y ésta puede fluctuar desde un 12 a 18 por ciento, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales que prevalecen durante el almacenamiento. Le siguen en importancia las pérdidas por pudriciones, las cuales pueden deberse a varios factores, pero estas pueden reducirse si se efectúa una buena clasificación, selección y tratamiento de los tubérculos con una solución de PCBN antes de almacenarlos; resultados experimentales han indicado que las pérdidas por pudriciones pueden afectar de un dos a cuatro por ciento; las pérdidas que se tienen por desprendimiento de brotes se consideran mínimas, según resultados experimentales estos mostraron pérdidas máximas hasta de un 0.4 por ciento.

Densidad de Tallos

Wiersema (1981) y Van Der Zaag (1981b) indica que la densidad de tallos es el número de tallos principales (tallos sobre el suelo) por unidad de área se expresa como: Tallos principales por metro cuadrado, o tallos sobre el suelo por metro cuadrado. En consecuencia, la densidad de un cultivo

de papa, tiene dos componentes: El primero es el número de plantas, esto ha sido llamado densidad de plantas. El segundo componente es el número de tallos por planta, así la verdadera densidad del cultivo de papa es el resultado de la densidad de planta multiplicado por el número de tallos por planta.

$$\text{Densidad de tallos} = \frac{\text{Número total de tallos}}{(\text{metros de surco})(\text{distancia entre surco})}$$

La densidad de tallos está determinada por el número de brotes que emergen, sobreviven y se desarrollan para formar un tallo.

El número de tallos por tubérculo depende, no sólo del calibre de la semilla, sino también del estado fisiológico de la misma (por ejem. cuando existe dominancia apical solamente aparece un tallo) y de la variedad. Los tubérculos redondos producen más tallos por unidad de peso que tubérculos ovales y alargados.

Pruebas de Vigor

Sacher e Iritani (1982) mencionan que la tasa de reacción, medida como cambio de la superficie en capacidad reflectante (reflectancia) (R/h), la distancia de transporte en tejidos vasculares (mm/h) estaba significativamente correlacionada con el envejecimiento del tubérculo debido al tiempo (uno, dos o tres años) o a tratamientos de temperatura los resultados de tetrazolium (TZ) estaban significativamente correlacionados con el número de brotes por tubérculo y con el rendimiento de tubérculos de primera calidad.

Según la norma de los Estados Unidos, se propone que se utilice la prueba (TZ) como citoquímica en estudios fisiológicos.

Sistemas de Manejo y Almacenamiento A

Almacenamiento a Granel en Silos, Pilas Con y Sin Ventilación

El primer problema que se plantea cuando vamos a tener una cosecha para almacenar, es el conocimiento del espacio físico necesario y su correspondiente acondicionamiento cuando se trata de conservar la producción de papa durante unos pocos meses; existe un procedimiento muy simple y, tal vez rudimentario pero eficaz y muy usado en el centro y norte de Europa; es el llamado silo de papa y tierra, que se preparan al aire libre, en tiempo fresco y fuera de la acción de los rayos solares. La mejor orientación es la nort-sur, para minimizar la influencia de las temperaturas externas sobre las caras laterales.

Una mejora sustancial en el apilado de la papa, puede conseguirse aplicando un sistema de ventilación natural con lo que, por una parte se combate el peligro de una germinación precoz, y, por otro la altura de la pila, puede hacerse llegar si se desea hasta unos cuatro o cinco metros de altura. La ventilación natural puede mejorarse mediante la instalación de un ventilador eléctrico, aunque simple y barato, el procedimiento que acabamos de -

describir, no es de uso común; lo más frecuente es guardar las papas a cubierta, ya sea en almacenes, expresamente acondicionados para su conservación o en locales que pueden también destinarse opcionalmente a otro uso.

Es muy conveniente que las paredes y el techo del almacén cuenten con la protección de un aislamiento térmico que evite las temperaturas externas, tanto las demasiado altas, como las demasiado bajas. Las altas temperaturas incrementan el ritmo respiratorio con pérdida de agua, adelantando la germinación y favorece la difusión de enfermedades.

Si van a amontonarse las papas hasta alturas de dos y tres metros, es necesario que el suelo y la pared del edificio sean capaces de resistir las elevadas presiones que habrá de soportar. La conservación se realiza en cajas de madera apilables, a menos que se aislen con entarimados de madera el suelo y las paredes (contando que estos sean lo suficientemente resistentes) para poder almacenar la papa a granel.

Para alturas mayores (de 3.5 m) se hace necesario disponer en el almacén de una red de conducción de aire que lo distribuya uniformemente por toda la masa del producto almacenado. Esta red distribuidora de aire consta de un conducto principal situado en el suelo, del que parten una serie de conductos laterales. El conducto principal, se encuentra situado en medio del almacén; los conductos laterales parten de él, en ángulo recto, y están distanciados 1.5 o dos metros entre sí. La sección del conducto principal deberá

calcularse de forma que tenga una superficie de 0.1 m^2 por cada centímetro cúbico por segundo, que proporcione el ventilador, siendo de 50 mm de agua la presión, los conductores laterales tendrán la misma sección que el principal, y, se sitúan cada dos metros, como máximo; su longitud máxima será de 10 m.

El sistema de pallets, tan usado actualmente en toda clase de almacenes, brinda un práctico sistema para la circulación de aire, juntando estos elementos uno con otro para formar un suelo continuo sobre el que se amontonan las papa (García, 1983, Fabiani, 1967 y Parson, 1986).

Van Der-Zaag (1981a) menciona que en montones y pilas (a granel) sin ventilación controlada, la temperatura puede subir por encima de la temperatura ambiente debido al calor que se produce con la respiración, este aire caliente es más ligero y abandona la pila por la parte superior, esto provoca una ventilación natural o conductiva que elimina el calor si la pila o el montón no son muy altos y la temperatura es baja, la papa puede almacenarse de esta forma durante un largo tiempo, siempre que no existan problemas de enfermedades como mildiu o podredumbre húmeda, a temperaturas elevadas ésto es mucho más difícil porque la tasa de respiración (producción de calor) es mucho más elevado y puede suceder que el calor no sea retirado con suficiente rapidez. En caso de pilas o montones de mayor permanencia, la ventilación puede mejorarse construyendo un piso enrejillado a 10 ó 20 cm por encima del nivel del suelo. Las papas pueden

almacenarse a granel o en sacos amontonados hasta una altura de tres a cuatro metros.

Almacenamiento a Granel, Pallets,
Arpillas y Cajas con Ventilación
Forzada y Refrigeración

La ventilación forzada permite reducir la temperatura media en la pila de papas y acercarnos mas a los cuatro grados centígrados óptimos. El elemento básico es un ventilador que deberá entrar en funcionamiento cuando la temperatura del aire exterior esté comprendida entre dos y cuatro grados centígrados y la interior se eleve sobre estos valores de seguridad, lo que puede ocurrir debido a la propia respiración del tubérculo, obviamente en climas muy cálidos estas temperaturas no se alcanzan ni en las horas nocturnas del invierno, pero pueden ser relativamente normales en bastantes lugares.

Las corrientes de aire frío apartados por el ventilador deberán de ser de corta duración, pero de elevado caudal, de ese modo, se evitan las pérdidas de contenido hídrico por evaporación. En el almacenamiento de papas, normalmente, se utilizan ventiladores que proporcionan un caudal de 0.02 m^3 de aire por segundo y tonelada de papa a la presión de 50 mm de agua, la instalación de ventiladores mas potentes para el enfriamiento, no aumentan el rendimiento de la ventilación, por lo que la resistencia que encuentra el aire al chocar con la papa a mayores velocidades generan calor.

Recirculación

Si las temperaturas exteriores son altas, para evitar la condensación de agua que produce la respiración de la papa, así como para evitar que las capas superiores alcancen temperaturas más elevadas que las permisibles, debido a las corrientes originadas en el seno del montón de papa, es conveniente la instalación de ventilación, con un sistema de trampilla que permite la recirculación de aire en el interior del almacén, sin tomarlo del exterior.

Calefacción

En tiempos excesivamente fríos, puede ser necesario calentar el almacén, para poner en práctica esta medida, es muy conveniente disponer de un sistema de recirculación del aire, pues de lo contrario es muy difícil conseguir un reparto uniforme de la temperatura. El elemento calefactor se coloca por encima del montón de papas, para evitar la peligrosa condensación de agua en las capas superiores, pero produciendo que no incida directamente sobre el producto almacenado, puede estar accionado por gas butano o propano, o por electricidad, los primeros son más baratos que el último, pero no tan cómodo.

Refrigeración

Si nos encontramos ubicados en una zona templada donde las temperaturas mínimas durante el invierno son relativamente elevadas, será muy difícil conseguir la temperatura

Óptima de conservación utilizando solamente el sistema de ventilación forzada; lo mismo puede ocurrir en lugares relativamente fríos. En estos casos no existe más solución que instalar un equipo de frío artificial que haga descender la temperatura hasta los límites de seguridad que ya conocemos, siempre teniendo presente que este sistema encarece considerablemente los costos de producción.

Evidentemente en la refrigeración artificial de la papa no se toma el aire del exterior, sino que se hace recircular el existente en el almacén, manteniendo cerradas las aberturas con el objeto de minimizar el consumo de energía. El buen aislamiento térmico del local es una premisa fundamental. El radiador de frío puede colocarse encima de la papa amontonada, como en el caso del calefactor, pero deberá instalarse otro ventilador para usarlo exclusivamente. cuando funcione la instalación de frío, porque éste requiere de un grado de ventilación más lento; en general se requiere de 0.005 m^3 por segundo por tonelada almacenada.

Control Automatizado

El control de la temperatura en el almacén de papas se efectúa con termómetros de mercurio introducidos en tubos de plástico rígido, que se sitúan en el interior del montón, aproximadamente a medio metro de la superficie, para un perfecto automatismo, se necesitan tres termostatos instalados en serie; uno de ellos está situado en el interior del almacén y permite el paso de la corriente eléctrica, cuando la

temperatura interior se eleva por encima del valor deseado, otro termostato se coloca en el exterior, y se conecta sólamente cuando la temperatura está por encima de los cero grados centígrados; el tercero es un termostato diferencial - que compara las temperaturas, exterior e interior y conecta solamente cuando la temperatura exterior es más fría que la interior (unos pocos grados más bajo) ajustando previamente a voluntad este margen de diferencia (García, 1983 y Parson, 1986).

Almacenes con ventilación forzada tienen las siguientes ventajas:

- a) El calor puede eliminarse fácilmente a grandes montones si la temepratura del aire exterior no es muy elevada.
- b) Las papas pueden secarse rápidamente
- c) La papa puede enfriarse si las temperaturas nocturnas son considerablemente inferiores a las diurnas.

El secado y enfriamiento con aire exterior se lleva a cabo a gran escala en las zonas templadas y puede igualmente ser satisfactorio a grandes altitudes en los trópicos y durante el invierno en las zonas subtropicales. En un almacén bien aislado y con buen sistema de ventilación, la temperatura puede mantenerse casi igual que la temperatura del aire exterior. El grado de aislamiento depende de las

temperaturas máximas o mínimas. En climas cálidos la penetración de calor a través de las paredes y el techo no debe exceder de 1-3, $\text{kJ/m}^2 \text{ h/}^\circ\text{C}$ ($0,3 \text{ Kcal/m}^2/\text{h/}^\circ\text{C}$).

Un sistema de conductos sobre el piso o subterráneos hacen posible que el aire se distribuya uniformemente a medida que pasa a través del montón, hasta la parte superior del mismo. Durante la primera o segunda semana la ventilación debe mantenerse al mínimo, si desea un tipo de curado y si la temperatura en el montón es aproximada de 15°C . Después de transcurrido este período, los tubérculos deben ser secado y enfriados gradualmente para reducir pérdidas.

Si la temperatura de aire exterior es alta, debe usarse la refrigeración, si fuese necesario mantener almacenadas las papas por largo tiempo. El mismo sistema de ventilación puede utilizarse en este caso con corriente forzada de aire exterior más frío para que circule a través de serpentines refrigerante. Se acepta generalmente en climas cálidos una capacidad de refrigeración de $330\text{-}500 \text{ KJ/tm/h}$ ($80\text{-}120 \text{ Kcal/Tm/h}$) y una capacidad de ventilación de cero, $24\text{-}0,30/\text{m}^3/\text{h/K}$ julio de refrigeración (o sea de 1-1, tres metros cúbicos/Kcal (Van Der Zaag, 1981a y Shaw y Booth, 1986).

La papa destinada a la siembra debe acondicionarse en cajas de germinación de madera o plástico. Las estibas se prolongan hacia arriba para permitir el apilado de las cajas, hasta alturas de uno a cinco metros, sin que la papa quede oculta a la luz y al aire, unas medidas aconsejables

de las cajas son 60 x 40 x 18 cm (7.5 cm de altura útil); un sistema empleado para reducir el peligro de que se rompan los brotes, es el llamado minigerminación, con el que se consiguen brotes de uno a dos milímetros de largo, se espera que las yemas empiecen a salir durante la fase de curado, y luego se enfría de cero a tres grados centígrados para detener el desarrollo y se mantiene ésta temperatura hasta unos 15 días antes de plantar la papa, durante los cuales la temperatura se eleva hasta seis y siete grados centígrados, pero sin necesidad de iluminación (García, 1983).

3. MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en dos etapas: La primera en 1987, la cual fue una explotación a base de entrevistas con los agricultores de la región de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Coahuila y Nuevo León, para identificar problemas de manejo y almacenamiento de semilla tubérculo de papa, y así determinar y seleccionar una metodología adecuada para evaluar ventajas y desventajas de los diferentes manejos y almacenamientos. Con las entrevistas realizadas en estas regiones y conocimiento de los principales problemas actuales de los agricultores se planteó una segunda etapa, en la que se analizaron los resultados de las entrevistas y se seleccionaron los principales manejos y almacenes que se utilizaban en estas regiones, seleccionándose tres manejos y siete almacenes, los cuales son los más comunes y posteriormente se planteó la siguiente investigación.

Esta investigación se realizó en dos localidades: Cañón de Emiliano Zapata, Coah. (Rancho Juárez) y Navidad Nuevo León (Ejido La Concha), durante el período comprendido de enero a diciembre de 1988 para lograr los objetivos antes planteados.

El recurso genético usado en esta investigación fue constituido por la variedad de papa Alpha, la cual es utilizada en un 90 por ciento bajo riego en las diferentes regiones del país, la cual tiene la ventaja de obtener altos rendimientos (35 a 55 ton&ha) y una calidad de tubérculo que va de primeras a terceras en la clasificación que se les da para tamaño. Esta variedad tiene muy buena resistencia al manejo y al verdeo se puede cultivar desde el nivel del mar hasta más de 2000 msnm, teniendo una amplia adaptación en diferentes ambientes y suelos, es palatable, de fácil aceptación para consumo por todas las clases sociales y buena calidad para la industria en el freído y color de la hojuela.

Rivera (1985) menciona en México que las variedades mejoradas (principalmente la Alpha y otras de mejor porcentaje), son las que están incluidas en programas de producción de semilla certificada, y el destino de esta producción es básicamente para los valles, de igual manera se puede mencionar que la semilla apenas cubre el 37 por ciento de la demanda nacional, uno de los principales problemas es la falta de semillas de la categoría básica y es frecuente que para cubrir esta deficiencia se recurra a la importación de semilla de Holanda y de Estados Unidos de Norte América, principalmente.

La semilla tubérculo de papa de la variedad Alpha se obtuvo de la región de Navidad, Nuevo León y se distribuyó en cada uno de los cuatro almacenes seleccionados con dos manejos dando un total de ocho tratamientos más dos tratamientos adicionales utilizándose 200 kg de semilla en

cada uno de los tratamientos, el tiempo que se manejó y almacenó fue de acuerdo a cada una de las diferentes metodologías de los agricultores del cinco de enero al 25 de mayo de 1988.

Tratamiento Uno

Manejado en cajas germinadoras de plástico con una capacidad de 20 kg, realizándose manualmente el movimiento de material dentro del almacén, el material se maneja y sanea cada mes y las cajas se estiban hasta 10 o más; el almacén está acondicionado con termómetros, tarimas para la circulación de aire, ventanas a todo lo largo para una buena ventilación natural, de la cual entra suficiente luz y también a través del techo, ya que está provisto con láminas transparentes, obteniéndose una brotación uniforme verde y vigorosa, encontrándose los tubérculos con un 20 ó 30 por ciento de deshidratación, estando estos arrugados.

Tratamiento Dos

Manejado en arpilla de polipropileno con una capacidad de 40 a 50 kg, estibándose a una altura de seis arpillas, dejándose pequeños pasillos, realizándose manualmente el movimiento del material dentro del almacén, el material se maneja volteándose una vez cada mes y al mismo tiempo se sanea, el almacén está provisto con tarimas, tiene poca ventilación y luz a través de láminas transparentes en el techo, obteniéndose una brotación dispareja predominando la apical

siendo estos brotes blancos, largos y quebradizos; teniendo que realizar un desbrote antes de la siembra, encontrándose los tubérculos con un 20 ó 30 por ciento de deshidratación hallándose éstos arrugados.

Tratamiento Tres

Manejo en cajas germinadoras de plástico con una capacidad de 20 kg, realizándose cada tres meses el movimiento del material manualmente dentro del almacén, estibándose las cajas hasta 10 o más. El almacén está acondicionado con equipo de refrigeración moderno, cuenta con termómetros, relojes para medir la humedad relativa y tarimas para una buena circulación de aire, obteniéndose una brotación apical principalmente, ocasionada por fluctuaciones de temperaturas siendo estos brotes largos, blancos y quebradizos, por lo que se tiene que realizar un desbrote antes de la siembra, pero con poca deshidratación del tubérculo, - siendo éste turgente y vigoroso.

Tratamiento Cuatro

Manejado en arpillas de polipropileno con una capacidad de 40 a 50 kg, estibando a una altura de 10 arpillas, dejando pequeños pasillos. El movimiento del material se realiza cada tres meses dentro del almacén. El almacén está acondicionado con equipo de refrigeración moderno, cuenta con termómetros y relojes para medir la humedad relativa, tarimas para una buena circulación de aire, obteniéndose una

brotación apical principalmente el cual es ocasionado por las fluctuaciones de temperatura, siendo estos brotes largos, blancos y quebradizos, teniendo que realizar un desbrote antes de la siembra, pero el tubérculo aún se encuentra turgente y vigoroso.

Tratamiento Cinco

Manejado en cajas con una capacidad de 20 kg. El movimiento del material se realiza cada dos o tres meses - dentro del almacén, estibándose hasta más de 10 cajas, dejando pequeños pasillos. El almacén no cuenta con ningún tipo de acondicionamiento para el manejo de semillas tubérculos de papa, el almacén es grande y se utiliza para guardar equipo agrícola, fertilizantes, fungicidas, insecticidas y otros materiales, obteniéndose una brotación apical, principalmente, siendo estos brotes largos, blancos y quebradizos, se tiene que realizar un desbrote antes de la siembra. Los tubérculos se encuentran con un 20 ó 30 por ciento de deshidratación, tiene un aspecto arrugado y de poca calidad.

Tratamiento Seis

Manejado en arpillas de polipropileno con una capacidad de 40 a 50 kg, el movimiento del material se realiza manualmente cada dos o tres meses dentro del almacén, estibándose hasta 10 arpillas, se dejan pequeños pasillos, el almacén no cuenta con ningún tipo de acondicionamiento para

el manejo de semilla de papa, el almacén es grande y se utiliza para guardar equipo agrícola, fertilizantes, fungicidas, insecticidas y otros materiales, obteniéndose una brotación desuniforme y apical principalmente, los brotes son blancos, largos y quebradizos, se tienen que desbrotar antes de la siembra, los tubérculos se encuentran con un 30 ó 40 por ciento de deshidratación, tienen un aspecto arrugado y de mala calidad.

Tratamiento Siete

Manejado en cajas de plástico con una capacidad de 20 kg, realizándose el movimiento manualmente dentro del almacén, estibándose hasta más de 10 cajas dejando pequeños pasillos; el almacén no cuenta con ningún tipo de acondicionamiento para el manejo de semilla tubérculo de papa, siendo el almacén pequeño con poca luz y ventilación, también se utiliza para guardar equipo agrícola, fertilizantes, insecticidas, fungicidas y otros materiales, obteniéndose una brotación apical, principalmente los brotes son largos, blancos y quebradizos, teniendo que realizar un desbrote antes de la siembra, presenta de un 35 a 45 por ciento de deshidratación los tubérculos, estando arrugados con mal aspecto y baja calidad.

Tratamiento Ocho

Manejado en arpillas de polipropileno con una capacidad de 40 a 50 kg, estibándose hasta 10 arpillas con - -



pequeñas calles. El almacén no cuenta con ningún tipo de acondicionamiento para manejo de semilla tubérculo de papa, el almacén es pequeño con poca luz y ventilación, se utiliza para guardar equipo agrícola, fungicidas, insecticidas, fertilizantes y otros materiales; obteniéndose una brotación desuniforme y apical principalmente, los brotes son largos, blancos y quebradizos, teniendo que realizar un desbrote antes de la siembra, presentando una deshidratación de 35 a - 45 por ciento. El tubérculo se encuentra arrugado y con mal aspecto y baja calidad.

Tratamiento Nueve

Manejado en pallets con una capacidad de 400 a 500 kg. El movimiento se realiza mecánicamente dentro del almacén, estibándose hasta el techo, el almacén se encuentra - acondicionado con equipo de refrigeración moderno, cuenta también con termómetros, un reloj para medir la humedad relativa y tarimas para una buena circulación de aire, obteniéndose una brotación apical y desuniforme en los tubércu- los, el cual es ocasionado por fluctuaciones de temperatura dentro del almacén, por lo que se tiene que realizar un desbrote manual antes de la siembra, presentando un aspecto - turgente y de poca deshidratación con muy buen vigor. Esta semilla es tratada y seleccionada antes de ser almacenada y antes de la siembra.

Tratamiento 10

Manejado en cajas germinadoras de plástico con una capacidad de 20 kg, estibadas hasta 10 cajas dejando pasillos para una buena circulación de aire. El almacén está acondicionado para almacenar semilla tubérculo de papa, contando con termómetros, tarimas para buena circulación de aire, ventanas a todo lo largo del almacén para una buena ventilación natural, y proveer de una buena entrada de luz y techos con láminas transparentes, el material se fumiga y se mueve cada mes para obtener una buena selección y prever enfermedades, obteniendo una brotación uniforme con brotes pequeños y vigorosos; se aplican riegos al suelo cada semana para obtener una buena humedad relativa en el ambiente y evitar la deshidratación del tubérculo y presenta buena calidad antes de sembrarse o para su venta.

El manejo, almacenamiento y selección de los tubérculos de esta investigación queda sujeta a las disposiciones del agricultor, ya que en cualquier práctica de conservación que se llevaba a cabo en estos almacenes se realizaba también a los materiales de investigación que se encontraban en dicho almacén, las temperaturas y humedades relativas de cada uno de los almacenes, se registraron y se presentan en el Cuadro 3.1, los tubérculos de semilla de papa, manejados y almacenados como anteriormente se citó se utilizaron en el establecimiento de la investigación en las dos localidades mencionadas el 25 y 26 de mayo de 1988.

Cuadro 3.1. Promedio de temperaturas máximas, mínimas, humedades relativas y altura sobre el nivel del mar de los diferentes almacenes, localizados en Emiliano Zapata y Huachichil, Coah., y Navidad, N.L. Tomados del 15 de marzo al 25 de mayo de 1988

Almacén	Tratamiento	Temperaturas (°C)		Humedad relativa (%)	m.s.n.m.
		Máximas	Mínimas		
1	1	19.80	12.66	62.66	2,060
2	2	19.80	15.00	63.50	2,030
3	3-4	8.80	6.25	90.66	1,850
4	5-6	19.67	12.00	54.00	1,865
5	7-8	23.88	14.00	60.00	1,850
6	9	8.25	4.50	91.61	1,980
7	10	23.6	11.0	67.00	2,050

Los datos dentro de localidades se analizaron en un diseño bloques al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos se partitionaron de acuerdo al contraste uno (testigo) vs combinaciones. La parte factorial se partitionó en el efecto principal e interacción; como sólo se dispone de un grado de libertad para el factor manejo en el análisis de varianza, se decide qué tipo es el conveniente de acuerdo a las características que se están analizando.

Para el factorial almacenamiento, su correspondiente suma de cuadrados se partitionó de acuerdo a los contrastes ortogonales definidos como:

C_1 = ambientes acondicionados con luz vs los ambientes no acondicionados.

C_2 = los ambientes acondicionados con luz vs los ambientes acondicionados con refrigerador.

C_3 los ambientes sin acondicionar grandes vs los ambientes sin acondicionar pequeños.

Para la interacción también se partitionó su correspondiente suma de cuadrados de acuerdo a los contrastes definidos para el factor almacenamiento como los tratamientos se probaron en dos localidades y estos se analizaron conjuntamente, los resultados que se obtuvieron fueron de acuerdo a un bloqueo al azar combinado y los resultados fueron interpretados a lo descrito para cada localidad.

Las características agronómicas del lote de investigación en las dos localidades se presenta a continuación.

Repeticiones - tres

Distancia de parcela mayor - 150.5 m

Distancia de parcela menor - 49.5 m

Distancia del surco - 4.5 m

Distancia entre tratamiento 0.5 m

Distancia entre repetición - 1.0 m

Distancia entre surco - 0.92 m

Distancia entre planta - 0.10 m

Distancia del surco útil - 3.0 m

Surcos a cosechar - dos centrales

Area útil por tratamiento - 5.52 m²

Tamaño de la semilla - segundas (45-55 mm)

Tratamientos - 10

Tratamiento Uno. Rancho Juárez, N.L.

Propietario: Sr. Héctor de la Peña Rodríguez

Tratamiento Dos: Rancho El Lechón, Coah.

Propietario: Sr. Dionicio Garza Saada

Tratamientos Tres y Cuatro. Rancho La Pequeña, N.L.

Propietario: Sr. Lorenzo González Villarreal

Tratamientos Cinco y Seis. Ejido La Concha, N.L.

Ejidatario: Sr. Octaviano Peña

Tratamientos Siete y Ocho. Ejido Sta. María, N.L.

Ejidatario: Sr. Antonio Moreno

Tratamiento Nueve. Rancho Los Gutiérrez, Coah.

Propietario: Sr. Jaime Gutiérrez Talamás

Tratamiento 10. Rancho Huachichil, Coah.

Propietario: Sr. Eduardo Ramos Mazatán

El manejo del cultivo se llevó a cabo de acuerdo a las disposiciones de cada uno de los agricultores en ambas localidades; el riego, siembra, fertilización, aplicación de insecticidas y fungicidas así como el control de enfermedades se llevó a cabo de la misma forma que se utiliza para la producción de papa en lotes comerciales.

En ambas localidades, las dosis que se aplicaron y el número de aplicaciones que se dió al cultivo estuvo manejado por el agricultor, ya que se aplicó al mismo tiempo, tanto a lotes comerciales como al lote de investigación.

La cosecha en ambas localidades se realizó el 15 y 16 de octubre de 1988, fue una cosecha mecánica y la recolección de los tubérculos fue manualmente en cada uno de los tratamientos, en las tres repeticiones, colocándose en arpillas de polipropileno con su identificación correspondiente, posteriormente en la UAAAN se tomaron datos de rendimiento y se clasificó la calidad por tamaños de primeras a quintas, basándose en una clasificación visual de tamaños. En la localidad de Navidad, N.L. se tomó además, altura de planta, grosor de tallos en 10 plantas y número de tallos, en los surcos centrales de la parcela menor, en cada uno de los tratamientos y repeticiones.

En la localidad de Emiliano Zapata, Coah., no se tomaron estos datos, debido a problemas de tizones, ya que el cultivo estaba muy denso y no permitía la entrada al lote de investigación, en ambas localidades se tomaron datos de calidad para industria como son:

- Porcentaje de sólidos
- Color de hojuela de papa en unidades agron
- Porcentaje de color deseado
- Aceptación del lote por la industria.

El modelo estadístico para la parte factorial que se refiere al diseño bloques al azar con arreglo factorial 2 x 4 es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \xi_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3,$$

$$j = 1, 2,$$

$$k = 1, 2, 3, 4$$

Y_{ijk} = variable de respuesta en la repetición i -ésima del nivel j -ésimo del manejo con el k -ésimo nivel de almacenamiento

μ = media general

R_i = efecto de la i -ésima repetición

α_j = efecto del j -ésimo manejo

β_k = efecto del k -ésimo almacenamiento

$(\alpha\beta)_{jk}$ = interacción

E_{ijk} = error experimental, variable aleatoria que le asume distribución normal e independiente con media cero y varianza constante

Modelo estadístico para los 10 tratamientos que se consideró en el diseño bloques al azar.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + \zeta_j + \xi_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots$$

$$j = 1, 2, 3, \dots$$

$$E_{ij} : N(0, \sigma^2)$$

Y_{ij} = variable de respuesta en la i -ésima repetición del j -ésimo tratamiento.

μ = media general

R_i = efecto de la i -ésima repetición

ζ_j = efecto del j -ésimo tratamiento

ξ_{ij} = error experimental, variable aleatoria que le asume distribución normal independiente con media cero y varianza constante

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa, en las localidades de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L. y el análisis combinado de las dos regiones se presentan en los Cuadros 4.1 al 4.3, respectivamente.

El análisis de varianza para la localidad de Emiliano Zapata, Coah. indicó que existen diferencias altamente significativas y significativas en el rendimiento total por tratamiento y en su clasificación por tamaños en segundas y terceras, cuartas y quintas, respectivamente (Cuadro 4.1); en la comparación de los dos tratamientos adicionales contra (vs) las combinaciones. También se encontraron diferencias significativas en la clasificación por tamaños, en tamaños terceras cuando se compararon los tratamientos adicionales nueve vs 10. No se encontraron diferencias significativas entre los manejos del material en cajas o arpillas en rendimiento y la clasificación por tamaños. Se encontraron diferencias significativas y altamente significativas en la clasificación por tamaños de tubérculos en primeras, segundas y quintas, cuando se compararon los diferentes almacenamientos de las regiones en estudio. No se presentó significancia para el rendimiento total por tratamiento en esta localidad. En la clasificación por tamaños se presentaron -

Cuadro 4.1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa en la localidad de Emiliano Zapata, Coah.

Fuentes de Variación	g.l.	Rendto.	Cuadrados Medios					Interacción			
			Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Fuente de variación	g.l.	C.M.	
Calidad por tamaños de tubérculo											
Repetición	2	34.11	22.25	3.65	0.19	0.04	0.04	0.04	A/B ₁	1	0.93
Adic. vs Comb.	1	103.97**	1.13	16.35**	5.99**	5.59**	0.33*		A/B ₂	1	2.67*
Adic (1) vs Acic (2)	1	28.60	0.20	3.08	3.23*	1.04	0.17		A/B ₃	1	1.71
A	1	6.30	0.31	1.45	1.13	0.26	0.00		A/B ₄	1	1.60
B	3	15.66	13.59*	5.25**	0.18	1.01	0.55**		B/A ₁	3	2.29*
A x B	3	14.82	3.87	1.16	0.35	2.04*	0.09		B/A ₂	3	0.77
Error	18	7.51	2.91	0.87	0.68	0.61	0.08		Error	18	0.61
Total	29	433.99	150.95	63.22	30.89	27.20	3.98		Total	29	433.99
C.V. (%)		11.01	15.55	14.36	21.79	34.37	31.21		-	-	34.37

* significancia al 0.05 por ciento

** significancia al 0.01 por ciento

C.V. Coeficiente de variación

diferencias significativas en la interacción en el manejo y el tipo de almacenamiento para el tamaño cuartas, indicando que existen diferencias significativas entre los almacenes y su manejo, teniendo mayor efecto el manejo en cajas en el almacén refrigerado.

El análisis de varianza reveló que existe una amplia variabilidad entre los tratamientos incluidos en esta investigación y la clasificación de tamaños de tubérculos que se usan en esta región, presentándose los siguientes resultados en los contrastes ortogonales (Cuadro 4.4), en el rendimiento se presentaron diferencias significativas, cuando se compararon los ambientes del contraste dos, indicando que existe mayor influencia de los ambientes acondicionados con luz que los de refrigeración en el rendimiento total por parcela.

En la clasificación por tamaño del tubérculo se encontró que existen diferencias altamente significativas en el tamaño primeras, al compararse los ambientes del contraste dos, indicando que se presenta mayor influencia del ambiente acondicionado con luz en la producción de primeras que los ambientes acondicionados con refrigeración.

En el tamaño segundas y quintas se encontraron diferencias altamente significativas al compararse los ambientes del contraste uno, indicando que para estos tamaños se tiene mayor influencia en la producción de esta categoría, en los ambientes acondicionados que los no acondicionados.

Cuadro 4.4. Contrastes de las diferentes características agronómicas en papa de las dos localidades en estudio

		SUMA DE CUADRADOS				
		Localidades		Navidad, N.L. Análisis Comb.		
		Emiliano Zapata, Coah.		Calidad por tamaños de tubérculos		
Contrastes	Rendto.	Primeras Quintas	Interacción cuartas	Número de tallos	Segundas Quintas	
C1	13.65	7.65	13.05**	1.45**	1.47	2583.33* 12.68* 1.55**
C2	33.33*	32.83**	1.84	0.19	4.00*	18.75 1.40 0.36
C3	0.00	0.30	0.85	0.01	1.40	3008.33* 0.27 0.01

*, **, significancia al 0.05 y 0.01 por ciento de probabilidad

También en la interacción se realizaron los mismos contrastes para determinar la influencia de los ambientes en la clasificación de tamaños cuartas, presentándose diferencias significativas, cuando se compararon los ambientes del contraste dos, indicando que existen diferencias significativas y mayor influencia en los ambientes que se encontraron bajo refrigeración que los acondicionados con luz, - en el rendimiento total de esta clasificación.

Van-der Zaag (1981a) menciona que un tubérculo de pa es un organismo vivo compuesto de un 80 por ciento de - agua después de alcanzar su madurez fisiológica, posteriormente los tubérculos pueden perder peso y calidad si no son manejados y almacenados adecuadamente. La meta principal del productor es la de reducir a un mínimo estas pérdidas - en la que esté a su alcance, la temperatura de los tubérculos y la humedad relativa del aire que los rodea, son facto res importantes a este respecto, si la humedad relativa del aire que rodea los tubérculos es ligeramente inferior al 90 por ciento, los tubérculos perderán agua por evaporación, el agua se mueve mas fácilmente a través de la cutícula delicada de los tubérculos inmaduros y la pérdida de agua es mayor en las zonas lesionadas de la cutícula o a través de los brotes, si el aire circulante es seco los tubérculos - con lesiones en la piel pueden perder fácilmente un uno por ciento de su peso fresco por día, para reducir a un mínimo estas pérdidas en los tubérculos es importante:

- 1) Controlar los daños al recolectar, cosechar y durante el transporte.
- 2) Conservar una alta humedad ambiental, las temperaturas de 15 a 20°C favorecen la cicatricación de las heridas y humedades relativas superiores al 85 por ciento, estimuladno la formación de la piel.

Al final de la época de almacenamiento, los tubérculos empiezan a brotar si no se conservan a bajas temperaturas. Estos tubérculos pierden agua con mucha facilidad, un tubérculo de papa respira como cualquier otro organismo vivo, los tubérculos inmaduros respiran con mayor rapidez que los maduros y los tubérculos dañados respiran más que los inmaduros. A 25°C la tasa de respiración es aproximadamente cuatro veces mayor que a 10°C y a 35°C es casi 10 veces más, bajo estas condiciones el oxígeno no puede penetrar en el tubérculo con la suficiente rapidez como para evitar la asfixia de la parte central que en consecuencia se enegrece (corazón enegrecido). A 25°C los tubérculos inmaduros y parcialmente dañados pueden producir cinco veces más calor que los tubérculos maduros y sanos en las mismas condiciones de temperatura en el almacén.

Aproximadamente a cinco grados centígrados la tasa de respiración es mínima, por abajo de esta temperatura la respiración se incrementa, a bajas temperaturas, la conversión del almidón en azúcares progresa rápidamente, una

parte de éstos azúcares reductores provoca una coloración pardo-oscuro no aceptable en algunos productos de la industria de papa.

El almacenamiento de papas para siembra (semillas) con luz es una práctica eficaz, pues de esta forma los brotes que se forman son fuertes y firmes, la papa de consumo no puede almacenarse de esta forma, puesto que los tubérculos enverdecidos son tóxicos, las pérdidas de peso por evaporación y respiración pueden ser muy elevadas debido principalmente a la pérdida de agua, ocurriendo una disminución de la calidad y arrugamiento de los tubérculos. Si durante el período de almacenamiento las temperaturas ambientales mínimas son razonablemente bajas (cinco a 10°C) las papas pueden conservarse a costos relativamente bajos en almacenes que pueden ir de los más sencillos, con ventilación natural, hasta los almacenes con buen aislamiento térmico y ventilación forzada, si las temperaturas ambiental mínimas son elevadas (20°C) se necesita almacenes más caros con refrigeración para poder conservar las papas, incluso durante unos pocos meses (Van-der Zaaga, 1981a).

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas de la región de Navidad, N.L. (Cuadro 4.2) mostró diferencias significativas para la clasificación de tamaños segundas, al comparars los tratamientos adicionales vs las diferentes combinaciones. En la comparación del tratamiento adicional nueve vs 10 se encontró que existen diferencias significativas en el rendimiento y la clasificación

Cuadro 4.2. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en papa en la localidad de Navidad, N.L.

Fuentes de variación	g.l.	Rendto.	Cuadros Calidad por tamaños	
			Primeras	Segundas
Repeticiones	2	23.31	4.66	1.18
Adicionales vs combinaciones	1	8.69	1.12	1.36*
Adicional 1 vs Adicional 2	1	28.60*	5.41*	1.50*
A	1	3.45	0.20	0.08
B	3	0.82	0.56	0.06
A x B	3	4.76	0.69	0.17
Error	18	3.57	0.68	0.22
Total	29	168.54	32.04	9.94
C.V. (%)		18.67	18.02	18.43

*, ** significancia al nivel de 0.05 y 0.01 por ciento de probabilidad

C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 4.2. continuación

Medios de tubérculos			N° de tallos	Altura planta	Grosor tallo
Terceras	Cuartas	Quintas			
0.11	0.29	0.02	3770.23	138.04	0.67
0.12	0.02	0.00	991.87	22.26	0.98
0.21	0.06	0.13	21720.16**	90.48	2.40
0.11	0.28	0.20*	8855.04**	0.01	0.02
0.28	0.17	0.01	1870.15*	48.49	1.02
0.15	0.34	0.01	375.93	35.36	0.62
0.18	0.37	0.03	428.83	35.58	0.96
6.23	9.23	1.05	53504.67	1418.70	27.00
26.47	51.60	34.89	9.52	12.58	14.28

por tamaños primeras y segundas. También se encontraron diferencias altamente significativas en el número de tallos - por parcela de investigación. Al compararse los diferentes manejos, se detectaron diferencias significativas y altamente significativas en la clasificación por tamaños quintas y número de tallos. En los diferentes sistemas de almacenamiento se encontraron diferencias significativas en el número de tallos por parcela de investigación no se detectaron diferencias significativas para otras características estudiadas. Al realizarse los contrastes antes mencionados (Cuadro 4.4) se encontró que en el contraste uno existen diferencias significativas al compararse los ambientes acondicionados vs los no acondicionados, teniendo mayor influencia en el número de tallos los ambientes acondicionados.

En el contraste dos al compararse los ambientes acondicionados se encontró que no existen diferencias significativas en ambos ambientes, sin embargo, en el contraste tres se encontraron diferencias significativas al compararse el ambiente no acondicionado grande vs el ambiente no acondicionado pequeños teniendo mayor influencia en la producción de tallos, el ambiente pequeño. Estos resultados indican que no existen influencias en los dos diferentes manejos para rendimiento, excepto en la clasificación de tamaños quintas y número de tallos, en la localidad de Navidad, N.L. Sin embargo, los diferentes tipos de almacenamiento sí tienen influencia en la clasificación primeras, segundas y quintas, en la localidad de Emiliano Zapata, Coah., no se presentaron diferencias significativas en la altura de la

planta y grosor de los tallos en la localidad de Navidad, N.L., ya que estos caracteres están determinados por el genotipo de la variedad utilizada en esta investigación.

El propósito de mantener la calidad de los tubérculos que provienen de plantas sanas y de un lote aprobado para semilla, es conveniente dedicarle una atención especial a su conservación y almacenamiento, las temperaturas más apropiadas para conservar los tubérculos para siembra, oscilan entre los dos y cuatro grados centígrados, esto se logra por medio de refrigeración.

El enfriamiento de los almacenes por medio del aire exterior es un método más económico que el de la refrigeración mecánica y es el acostumbrado en aquellas regiones donde las condiciones climáticas lo permiten como en el Valle de Toluca, México, Babícora y Maderas, Chihuahua; Emiliano Zapata y Huachichil, Coah.; hay diferentes formas de conservar los tubérculos para la siembra. El almacenamiento en seco no es recomendable y mucho menos cuando se estiban en gran escala, ya que se incrementa la temperatura, a granel y en los silos tampoco se recomienda, pues cuando el espesor de la capa de los tubérculos es grande, el riesgo que la temperatura suba es mayor y los tubérculos pueden brotar o fermentar, los tubérculos para siembra se pueden guardar en almacenes comunes y corrientes aprovechando las temperaturas del exterior que deben ser más bajas que las registradas en el interior del almacén, para lograrlo se introduce el aire por medio de ventiladores, en esta forma se pueden

consevar los tubérculos, de preferencia en cajas germinadoras así conocidas entre los productores de semilla de papa que tienen capacidad de 20 a 25 kg con salientes en cada esquina que permite la circulación del aire, al estibarse en el almacén cuando menos durante un mes, antes de iniciar la siembra, es conveniente proporcionar luz artificial a los tubérculos en el almacén mediante tubos (LT) y luz solar para que los brotes sean firmes y fuertes (SAG, 1976).

Castaño (1986) menciona que en el cultivo de papa se busca satisfacer el mercado mediante la producción de tubérculos que reúnan características de semilla y/o para el alimento, en el primero el tamaño, forma, calidad y producir buenas yemas determinando el tipo considerado "tubérculo semilla" difiere un poco del tubérculo exigido para el mercado de consumo como alimento el cual deberá alcanzar tamaño, peso, forma, color y calidad relacionado a valores nutricionales. Este trabajo lo realiza la planta siempre y cuando se maneje adecuadamente.

Velázquez y Orozco (1983) dicen en resumen que las pérdidas que pueden presentarse durante el almacenamiento, fluctúan de 14 a 22 por ciento (durante ocho o nueve meses de almacenamiento) dependiendo de factores como: variedad, manejo durante la cosecha, manejo y duración de almacenamiento y condiciones ambientales del almacén.

García (1983) menciona que como ocurre con otras cosechas las temperaturas relativamente bajas favorecen la conservación de la papa, cuanto más alta sea la temperatura

exterior, mayor será el ritmo de respiración de la papa, y por lo tanto, mayor también la pérdida inicial de agua. La temperatura óptima durante el período de conservación oscila según la variedad de papa cultivada, pero en general, se encuentra alrededor de los cuatro grados centígrados, aunque algunas se adaptan a temperaturas comprendidas entre uno y 10°C por su reducida actividad fisiológica.

En la conservación de la papa, el factor humedad se comporta de forma totalmente diferente a la observada con los granos, que requieren un ambiente muy seco, el contenido de agua, normalmente elevado de la papa se beneficia de la presencia de un alto grado de humedad relativa en el aire, que se estima alrededor del 95 por ciento. Excepto con tiempos muy húmedos, es muy difícil llegar a estos valores, para evitar la pérdida de peso por deshidratación durante el período de conservación.

Las papas para el consumo deben almacenarse al abrigo de la luz, pues ésta hace verdecer la superficie de los tubérculos, formándose entonces solaninas alcaloide tóxico que también se encuentra presente en los brotes, cuyo desarrollo se ve estimulado bajo la acción de la luz, circunstancia que modifica radicalmente el tratamiento a seguir cuando se almacena papa destinada a la siembra, pues en este caso, es conveniente incluso favorecerá la germinación mediante la ayuda de una fuente extra de luz artificial.

Van-Der Zaag (1981b) reporta que el rendimiento está en relación con el número de tallos y no con la cantidad de semilla por unidad de superficie.

A pesar de que el número óptimo de tallos depende de varios factores, se ha comprobado con frecuencia que de 15 a 20 tallos bien desarrollados, son los necesarios. Esto significa que se necesitan cuatro tubérculos de papa de siembra por metro cuadrado, si cada tubérculo produce cuatro tallos y si el peso promedio de cada tubérculo es de alrededor de 50 g, la cantidad de semilla por hectárea es: $4 \times 10,000 \times 0.50 \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$, si se consigue que estos tallos produzcan tubérculos de peso medio de 30 g, la cantidad de semilla es solamente 1200 kg/ha.

Velásquez y Orozco (1983) indican que la clasificación de la semilla se divide en tres categorías que son: primeras (60 a 80 g), segundas (40 a 60 g) y terceras (20 a 40 g).

El coeficiente de variación se presentó de 11.01 y 18.67 por ciento para rendimiento en la localidad de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L., respectivamente, para número de tallos, altura de planta y grosor de tallos se presentó un coeficiente de variación de 9.52, 12.58 y 14.28 respectivamente en la localidad de Navidad, N.L. Estos valores se consideran bajos, indicando una alta confiabilidad en los resultados y la conducción de la investigación en las dos localidades. En embargo, en la clasificación por tamaños el coeficiente de variación que se presentó en primeras, segundas, terceras cuartas y quintas en la localidad de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L. tuvo los siguientes valores: 15.55, 14.36, 21.79, 34.37, 31.21, 18.02, 18.43,

26.47, 51.60 y 34.89, respectivamente, indicando que estos valores son altos debido a que la clasificación por tamaños de papa se realizó visualmente en cada una de las categorías.

El análisis de varianza combinado de las dos regiones para diferentes características agronómicas (Cuadro 4.3) detecta diferencias altamente significativas para rendimiento y la clasificación por tamaños: primeras, segundas, terceras, cuartas y quintas, indicando que existen diferencias en el ambiente de ambas localidades.

En repetición entre localidad no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, para los tratamientos en la clasificación por tamaños de tubérculos primeras se encontraron diferencias altamente significativas. Para contrastes uno, también se encontraron diferencias altamente significativas, en tamaño primeras y para contrastes dos se encontraron diferencias significativas y altamente significativas para rendimiento y tamaños quintas, no se encontraron diferencias significativas en el manejo, diferentes tipos de almacenamiento y la interacción de manejo por almacenamiento. En la localidad por tratamiento se encontraron diferencias significativas, altamente significativas y significativas para rendimiento, tamaños segundas, cuartas y quintas. En la comparación de localidad por contrastes uno se encontraron diferencias significativas para rendimiento y tamaños cuartas del tubérculo, no se encontraron diferencias significativas para localidad por contraste dos y localidad por manejo.

Cuadro 4.3. Análisis de varianza combinado para diferentes caracteres agronómicos en papa en las localidades de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L.

Fuentes de variación	g.l.	Rendto.	Cuadrados medios				
			Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Localidades	1	3261.9627**	614.7199**	240.0000**	71.6134**	17.9307**	2.2427**
Rep + Loc.	4	28.7088	13.4580	2.4152	0.1464	0.1667	0.0346
Tratamientos	9	19.2470	3.5331**	3.1175	1.1271	0.8178	0.1833
C1	1	86.40	2.2524**	13.5850	3.8888	3.1510	0.1760
C2	1	57.2033**	3.8533	4.4408	4.2008	0.8008	0.3008*
A	1	9.5408	0.5104	0.4219	0.9776	0.0002	0.2689
B	3	4.9656	7.6129	2.4541	0.1727	1.0557	0.3219
A x B	3	1.7275	0.7512	0.7491	0.1862	0.0803	0.0205
Trat x Loc	9	12.2735*	3.6506	1.7475**	0.5045	1.1788*	0.1326*
L x C1	1	26.2682*	0.0	4.1344	2.2913	2.4604*	0.1550
L x C2	1	0.0	1.5408	0.1408	0.2408	0.3008	0.0008
L x A	1	0.2133	0.0063	1.1102	0.2625	0.5401	0.0636
L x B	3	11.5231	6.5402	2.8596**	0.2927	0.1292	0.2391*
L x A x B	3	18.0322*	3.8201	0.5874	0.3184	2.3068**	0.1293
Error Exptal.	36	5.5432	1.8014	0.5475	0.5987	0.5113	0.0571
Total	59	3864.7252	797.9670	303.4969	102.4497	54.9752	7.2794

*, **, significancia al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01

Sin embargo, se encontraron diferencias altamente significativas y significativas al compararse la localidad por los diferentes almacenamientos, en los tamaños segundas y quintas. En la interacción de localidad por tipo de manejo y tipo de almacenamiento se encontraron diferencias significativas y altamente significativas en el rendimiento y la clasificación por tamaños cuartas, estando estas bastante influenciadas por las localidades, siendo difícil interpretar este tipo de interacción.

Al realizarse los contrastes antes mencionados (Cuadro 4.4) encontramos que existen diferencias significativas al compararse en el contraste uno, los ambientes acondicionados vs los no acondicionados, teniendo mayor influencia en las localidades los almacenes no acondicionados por el tamaño segundas que los acondicionados y en el tamaño quintas, se encontró que existen diferencias altamente significativas, teniendo mayor influencia los almacenes acondicionados que los no acondicionados.

Los promedios para diferentes características agronómicas en papa en las localidades Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L. se presentan en los Cuadros 4.5 y 4.6, respectivamente.

El rendimiento varió de 18.96 a 28.80 y de 6.87 a 12.17 kg, con un promedio por parcela experimental de 24.87 y 10.13 kg, respectivamente en cada una de las localidades.

Cuadro 4.5. Promedios de diferentes características agrónomicas en papa en la localidad de Emiliano Zapata, Coah.

Trat.	Rendto./ parcela (kg)	Calidad por tamaños de tubérculo (kg)				
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
1	24.63	11.28	6.10	3.60	2.13	0.93
2	24.83	9.46	5.83	4.27	3.77	1.47
3	26.60	12.33	6.60	3.53	2.73	0.80
4	25.10	10.73	8.06	3.80	1.77	0.60
5	28.80	13.03	7.00	4.00	2.67	1.23
6	21.93	8.23	5.70	4.03	2.43	1.20
7	26.53	11.25	8.13	4.37	1.67	0.70
8	28.00	12.21	7.73	4.53	2.80	0.77
9	23.33	10.76	5.76	3.63	1.83	0.87
10	18.96	10.40	4.33	2.16	1.00	0.53
\bar{X} Gral.	24.87	10.97	6.53	3.79	2.28	0.91

Cuadro 4.5. continuación

% de sólidos	Color unidades angstrom (u.a.)	% Color deseado	Aceptados por la industria
16.70	55.80	96.00	Si
16.40	55.60	97.70	Si
17.60	55.20	96.00	Si
16.60	60.00	96.70	Si
17.00	56.00	94.70	Si
17.00	54.60	94.40	No
18.30	51.00	82.60	No
16.90	56.50	88.20	Si
16.20	57.20	99.00	Si
16.20	59.00	96.70	Si
16.89	56.09	94.20	-

Cuadro 4.6. Promedio de diferentes características agronómicas en papa en la localidad de Navidad, N.L.

Trat.	Rendto./ parcela (kg)	Calidad por tamaños de tubérculo (kg)				
		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
1	10.63	4.86	2.57	1.83	1.13	0.43
2	9.63	4.26	2.57	1.63	0.80	0.43
3	9.43	3.96	2.83	1.55	1.33	0.43
4	10,37	5.20	2.80	1.27	1.10	0.43
5	9.63	4.30	2.60	1.53	0.97	0.53
6	12.17	4.76	2.80	2.06	1.70	0.73
7	11.47	4.93	2.67	1.83	1.50	0.60
8	9.83	5.03	2.23	1.40	1.06	0.60
9	11.23	5.13	2.60	1.93	0.63	0.67
10	6.87	3.23	1.60	1.03	1.03	0.37
\bar{X} Gral.	10.13	4.57	2.53	1.61	1.19	0.52

Cuadro 4.6. continuación

Número tallos	Altura planta (cm)	Grosor tallo (mm)	% de sólidos	Calidad Industrial		Aceptados por la industria
				Color unidades angstrom	% color deseado	
210.67	43.83	6.69	20.10	55.00	92.70	Si
204.33	49.43	6.87	21.20	53.20	92.50	No
172.00	47.50	6.40	19.80	57.00	93.80	Si
217.00	50.50	7.24	19.70	54.00	94.80	No
248.00	47.33	6.33	18.90	55.00	89.00	Si
259.33	54.23	7.70	21.00	52.50	90.10	No
216.00	44.60	6.34	20.40	55.40	91.60	Si
234.33	45.30	6.58	19.80	57.00	97.70	Si
266.00	49.56	7.85	19.40	52.50	87.50	No
145.67	41.80	6.59	21.30	58.00	91.30	Si
217.33	47.40	6.86	20.16	54.96	92.10	

El rendimiento en la localidad de Emiliano Zapata, Coah., presentó un 145 por ciento más alto en comparación - con los rendimientos obtenidos en Navidad, N.L., esto es debido a que las condiciones de clima y suelo son muy diferentes a los de Navidad, N.L. El manejo del cultivo en el campo es otro factor importante que influye en el rendimiento, siendo el manejo de la localidad de Emiliano Zapata uno de los más tecnificados, ya que este rancho cuenta con todo el equipo más moderno y sofisticado, así como riegos por pivotes centrales, aplicaciones terrestres y aéreas, dándole al cultivo de papa los riegos y aplicaciones en el momento preciso que lo necesita. Como anteriormente se mencionó, la - siembra y manejo del cultivo en el campo, así como las fórmulas de fertilización y dosis de aplicación de los diferentes productos químicos en el momento adecuado de la aplicación, se dejó a cargo de los agricultores, ya que este lote de investigación se encontraba en el centro o a un lado de los lotes de producción de papa comerciales.

Los tratamientos cinco, ocho, tres y siete, mostraron un rendimiento de 28.8, 28.0, 26.6 y 26.53 kg, respectivamente en la localidad de Emiliano Zapata, Coah. en comparación con los demás tratamientos, mientras que los tratamientos seis, siete, nueve y uno registraron un rendimiento de 12.17, 11.47, 11.23 y 10.63 kg, respectivamente, en la localidad de Navidad, N.L., en comparación con los demás tratamientos.

En la clasificación del rendimiento por tamaños de tubérculos se presentó un 44 por ciento del tamaño primeras mientras que los tamaños segundas, terceras, cuartas y quinta registraron un porcentaje de 26.3, 15.3, 9.2 y 3.7 por ciento, respectivamente, en la localidad de Emiliano Zapata, Coah. y en la localidad de Navidad, N.L. se presentó un - 45.11 por ciento de tamaños primeras, mientras que en segundas, terceras, cuartas y quintas se registró 24.97, 15.89, 11.74 y 5.13 por ciento, respectivamente.

El tamaño de los tubérculos puede variar de acuerdo a la constitución genética de la variedad, número de tallos por planta, suelo, riegos, fertilización, fechas de siembra, manejo y almacenamiento de la semilla en los diferentes ambientes, como se presentan los resultados de esta investigación.

En las localidades de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L. se obtuvo un rendimiento de primeras y segundas de 70.3 y 70.1 por ciento, respectivamente y un 29.7 y 29.9 por ciento de tamaños terceras, cuartas y quintas, respectivamente en cada una de las localidades, encontrándose tendencias semejantes para las proporciones de calidad por tamaño de tubérculos en cuanto a primeras y segundas, no detectándose diferencias muy marcadas en las proporciones de tamaños de primeras a quintas.

El número de tallos por planta influye en el rendimiento, pero también un exceso de ellos tiene influencia en la calidad y clasificación de tubérculos, teniendo mayor -

número de tubérculos pero más chicos estando clasificados - de terceras y quintas; también se tiene mayor número de hojas y mayor superficie fotosintética influyendo en el potencial biológico del rendimiento y protección contra enfermedades por unidad de superficie. El número de tallos por 11.04 m² en los tratamientos varió de 145.67 a 266.00 con un promedio de 217.33, los tratamientos nueve, seis, cinco y ocho tuvieron un total de 266.00, 259.33, 248.0 y 248.33 tallos respectivamente, teniendo un mayor número de tallos que el promedio general, detectándose que los tratamientos que tienen mayor número de tallos presentan mayor rendimiento en la localidad de Navidad, N.L.

En la altura de la planta y grosor de tallo no se presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos incluidos en esta investigación, variando de 41.80 a 54.23 cm y 6.33 a 7.85 mm con un promedio de 47.4 cm a 6.86 mm, respectivamente, presentándose unas diferencias muy ligeras, ya que estas características están determinadas por el genotipo de la variedad en Navidad, N.L.

En la calidad para industria, se encontró que para el contenido de sólidos en la localidad de Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L. (Cuadros 4.5 y 4.6) los promedios variaron de 16.2 a 18.3 por ciento y de 18.9 a 21.3 por ciento, respectivamente, teniendo en la industria mucha importancia esta característica, ya que entre más elevado sea el porcentaje de sólidos, mayor serán los gramos de hojuela ya procesada que se obtenga, lo que determina mayor o menor -

ganancia, también el color de hojuelas de papa es importante así como el contenido de azúcares, que son los que determinan en un momento dado el color final de éstas, así como el porcentaje de hojuelas quemadas. El color se determina por medio de un reflectómetro a través de unidades agron, teniendo aceptación el lote de producción, siempre y cuando re hacen la lectura de u.a. en el aparato, siendo el rango de 55 a 90 u.a., los lotes que están por debajo de esta lectura no son aceptados, ya que el por ciento de azúcares es muy alto y las áreas quemadas de la hojuela de papa son mayores las que se eliminan durante el proceso antes de ser embolsadas para que pase las normas de calidad internas de esta industria.

En la lcoalidad de Emiliano Zapata, Coah., se encontró un rango de 51.0 a 60.0 por ciento u.a. con un promedio de 56.09 u.a. Los tratamientos seis y siete no pasaron las normas de calidad de la industria, siendo aceptados ocho - tratamientos a pesar de que se dice que las papas de esta re gión no reúnen las normas de calidad, dejando entrever que es muy posible que el manejo y los diferentes tipos de almacenamiento tengan una influencia en este tipo de características aún cuando presentan más bajos porcentajes de sólidos que en la región de Navidad, N.L.

En la lcoalidad de Emiliano Zapata, Coah., el porcen taje de color deseado varió de 82.6 a 99.0 por ciento, teniendo un bajo porcentaje de hojuela de papa quemado.

En la localidad de Navidad, N.L. se encontró un rango de 52.5 a 58.0 u.a. con un promedio de 54.96 u.a. Los tratamientos dos, cuatro, seis y nueve, no pasaron las normas de calidad, mientras que los otros seis tratamientos sí son aceptados por la industria. En esta región se tuvo mayor porcentaje de sólidos, lo que es una característica importante, pero aún así, los lotes rechazados presentan muy alto porcentaje de hojuela quemada, lo que no es conveniente para la calidad. El por ciento de color deseado varió de 87.5 a 97.7 por ciento, teniendo muy baja variación en esta característica, pero menor calidad al compararse con los lotes de la localidad de Emiliano Zapata, Coah. se encontró que el tratamiento seis en ambas localidades obtuvo baja lectura de u.a., indicándonos que sí es muy posible que el manejo y tipo de almacenamiento tenga influencia en este tipo de características como antes fueron mencionadas.

En esta investigación al examinarse las diferentes características agronómicas en papa, se identificó que existe una amplia gama de características agronómicas que tienen una influencia en el rendimiento, clasificación por tamaños de los tubérculos, calidad industrial y calidad para consumo en fresco, en las diferentes localidades; por lo que es conveniente estudiar cada una de estas características agronómicas en programas de investigación en Universidades y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Aropecuarias (INIFAP) en coordinación con los agricultores y la industria, en las diferentes regiones del país, ya

que es un cultivo de gran importancia agrícola que es Básico en la alimentación humana, el cual ha logrado que países industrializados dejen de tener problemas en la desnutrición de sus habitantes en diferentes partes del mundo.

La gravedad específica de la papa indica el porcentaje de sólidos. La papa generalmente consta de 78 a 80 por ciento de agua, así pues, el contenido de sólidos deseados son de aproximadamente del 15 por ciento. El porcentaje de sólidos se determina colocando 3.61 kg de papa en una canastilla dentro del agua y tomando la lectura en forma directa de la escala del hidrómetro. La muestra de cocción se prepara con dos porciones de 10 kg de papa que son seleccionadas al azar de la muestra original de 75 kg, Estas papas son perforadas a través de su diámetro para facilitar su identificación y luego correrlas dentro de las líneas durante la operación normal. Después del procesamiento, todas las hojuelas son seleccionadas por los inspectores en el vibrador de inspección, para llevarlas a control de calidad y evaluar color contenido de humedad y porcentaje de defectos. Esta evaluación proporciona una indicación más directa de la calidad de la hojuela (Sabritas, 1987).

Generalmente los agricultores del Estado de Coahuila y Nuevo León utilizan los manejos y almacenes antes descritos como tratamientos, identificándose en esta investigación que no existen diferencias si se maneja el material en cajas o arpillas. El manejo en cajas es el más recomendado y se reporta en la literatura; pero en las condiciones - -

climáticas de México se pueden almacenar las papas en arpillas, siempre y cuando no estiben más de cinco hileras, dejando pasillos y esten volteando por lo menos una vez al mes para una revisión de su sanidad. El manejo en pallets es raramente usado y requiere de infraestructura más sofisticada para su utilización, además de que se desperdicia mucho espacio, ya que no pueden ser llenados a toda su capacidad.

En los almacenes acondicionados, encontramos dos tipos: Almacenes acondicionados con luz y almacenes acondicionados con refrigeración, encontrándose que no existen diferencias entre ambos almacenes, excepto en la clasificación de tamaño de tubérculo y número de tallos, indicándonos que es más económico almacenar las papas en bodegas acondicionadas con luz, ya que se obtendría una brotación muy uniforme, con brotes pequeños, verdes y vigorosos; evitando así la labor de desbrote antes de la siembra. En este tipo de almacenes los tubérculos presentan un bajo nivel de deshidratación si se dan riegos en el piso, estando poco arrugados pero con muy buena sanidad. Los almacenes refrigerados conservan las papas en muy buen estado y pueden mantenerse durante varios meses en estado latente como si se hubieran cosechado recientemente; siendo este muy costoso, no pudiendo pagarlo todos los agricultores, estando limitado a unos cuantos. Este sistema es usado por agricultores que almacenan papa para consumo y la siembra utilizando la infraestructura para ambos casos.

Si se almacena papa bajo refrigeración para consumo o la siembra, se menciona en la literatura que debe cuidarse que se mantenga en estado latente la papa, ya que cualquier variación de temperatura ocasiona que se rompa produciendo una brotación apical, siendo estos largos, blancos y quebradizos, reduciendo la calidad en papas para consumo y el vigor en las de siembra, lo que afecta en su venta y el rendimiento por hectárea, ocasionando que se tenga que invertir en mano de obra para realizar un desbrote antes de la venta o siembra, por lo que se recomienda que si se tienen equipos de refrigeración y se almacenan papas para ambos usos se cuente con equipos de reserva y una planta de luz extra, así como personal capacitado para resolver cualquier falla. Si por el contrario, no se cuenta con las recomendaciones antes mencionadas, con cualquier falla del equipo de refrigeración o luz, todo el sistema de conservación se vuelve ineficiente y se tendrían que realizar inversiones extras de mano de obra incrementando los costos de producción, lo que no sucede en los almacenes acondicionados con luz.

La utilización de almacenes sin acondicionar se usan para varias cosas, ya sean grandes o chicos, no son recomendables, porque se pone en peligro la sanidad del lote de semilla tubérculo de papa. Solamente si se utilizan por poco tiempo no más de un mes y si se fumigan antes de ser utilizados se recomiendan, porque podrían atacar a los tubérculos las bacterias, hongos e insectos y esto podría poner en peligro el desarrollo de la planta y podrían obtenerse - -

fuertes reducciones en el campo o la pérdida total del lote comercial.

5. CONCLUSIONES

Existe mayor influencia de los ambientes acondicionados con luz que los de refrigeración en el rendimiento total por unidad de superficie en la localidad de Emiliano Zapata, Coah.

En la clasificación por tamaño de tubérculos, primeras, los ambientes acondicionados con luz tienen mayor influencia que los almacenes acondicionados con refrigeración en esta clasificación.

Para tamaños segundas y quintas se tiene mayor influencia de los ambientes acondicionados que los no acondicionados en esta clasificación.

En tamaños cuartas para la interacción se encontró que los ambientes que están bajo refrigeración tienen mayor influencia que los que están acondicionados con luz, teniendo mucha importancia el manejo en cajas que en arpillas para la obtención de esta clasificación en la localidad de Emiliano Zapata, Coah.

En el número de tallos por parcela, se tiene mayor influencia de los ambientes acondicionados con luz y refrigeración en comparación con los ambientes -

no acondicionados. Sin embargo, entre los ambientes acondicionados no existen diferencias significativas, pero sí se presentan diferencias significativas entre los ambientes no acondicionados, teniendo mayor influencia, los ambientes pequeños en la producción de tallos en la localidad de Navidad, N.L.

Para ambas localidades se tiene mayor influencia de los almacenes no acondicionados en comparación con los acondicionados por el tamaño clasificado como segundas.

En la clasificación de tubérculos cuartas en ambas localidades, se tiene mayor influencia del ambiente acondicionados, al compararse con los no - acondicionados, para la producción en ese tamaño.

En la localidad de Emiliano Zapata, Coah., se encontró que existe mejor calidad industrial en los tratamientos para el freído de las papas, pero bajos en porcentajes de sólidos, presentándose lo contrario en Navidad, N.L., siendo una característica importante para la industria.

6. RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en dos etapas, la primera en 1987 que consistió en una exploración a base de entrevistas con los agricultores de la región de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) para identificar ventajas y desventajas del manejo y almacenamiento de semilla tubérculo de papa y así determinar una metodología adecuada, planteándose luego una segunda etapa, seleccionándose tres manejos y siete almacenes, los mas comunes en la región, estableciéndose en dos localidades (Emiliano Zapata, Coah. y Navidad, N.L.) bajo un diseño bloques al azar con arreglo factorial $2 \times 4 + 2$ tratamientos adicionales, durante el período comprendido de enero a diciembre de 1988, utilizándose la variedad Alpha como recurso genético, tomándose datos de rendimiento, clasificación por tamaños, número de tallos, altura, grosor del tallo y calidad industrial con el objetivo de determinar una metodología adecuada, práctica y económica y recomendar el mejor manejo y almacenamiento de semilla de papa.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas y altamente significativas en el rendimiento y la clasificación por tamaños en diferentes componentes del factorial, en ambas localidades y en el análisis combinado de las dos regiones.

Se encontró que existe mayor influencia de los ambientes acondicionados con luz que en los de refrigeración en el rendimiento total por parcela. En la clasificación Primeras se tiene mayor influencia de los ambientes con luz que las de refrigerados. En el tamaño Segundas y Quintas se encontró mayor influencia de los ambientes acondicionados que los no acondicionados. En la interacción, para tamaños Cuartas se encontró influencia del manejo en cajas y el ambiente de refrigeración para la producción de esta clasificación.

En el número de tallos se encontró mayor influencia de los ambientes acondicionados al compararse con los no acondicionados, sin embargo, no se presentaron diferencias entre los ambientes acondicionados, pero en los no acondicionados se encontró influencia de los almacenes pequeños para esta característica, no presentándose influencia en el manejo. Los coeficientes de variación se presentaron bajos excepto en la clasificación por tamaños, en ambas localidades.

En el tamaño Segundas se encontró que existe mayor influencia de los ambientes no condicionados que los acondicionados y para el tamaño Cuartas se tiene mayor influencia de los ambientes acondicionados que los no acondicionados en ambas localidades.

El rendimiento se presentó con un 145 por ciento más en la localidad de Emiliano Zapata, Coah., en comparación con la de Navidad, N.L. En la calidad industrial se -

encontró que la localidad de Emiliano Zapata, Coah. presenta más bajo porcentaje de sólidos y mejor calidad de freído en la localidad de Navidad, N.L., dejando entrever que es posible que el manejo y el almacenamiento tenga influencia en la calidad industrial.

El manejo en cajas es el más recomendado, por ser más práctico y estar al alcance de todos los agricultores de diferentes niveles económicos. Los almacenes acondicionados con luz, son más económicos, por lo tanto, son recomendados en estas regiones, ya que se obtienen brotes pequeños verdes y vigorosos, además, dando riegos en el piso se evita la deshidratación del tubérculo. Almacenar papas en bodegas que se usan para varios objetivos no es recomendable ya sean grandes o chicos, porque se pone en peligro la sanidad del lote de papa.

7. LITERATURA CITADA

- Castaño C., C. 1986. Algunos factores que determinan la producción y calidad de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Alpha. Reunión sobre Investigación y Análisis de la Problemática de Papa. UAAAN. pp. 79-86.
- Cázares, E. 1981. Producción de hortalizas. 3a. ed. San José Costa Rica. p. 278.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1978. Curso sobre almacenamiento de papa. 33 p. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Fabiani, L. 1967. Conservación. La patata: Ed. Aedos. Barcelona. Consejo de Cierto 391. Barcelona, España. Depósito Legal B-34-186. 1962. Edición Agrícola. Bolongo. Trad. Luis Sanfelio Domench. pp. 111-119.
- García L., E. 1983. Almacenamiento y conservación de la patata. Conservación de los productos agrícolas. Ed. Beass, Barcelona, España. pp. 99-125.
- Luján, L. 1978. Principios básicos de almacenamiento. El cultivo de la papa. Compendio 24. ICA. Medellín, Colombia. pp. 1-15.
- Maldonado, A.V. 1982. Papa. Alimento base del pueblo mexicano. Programa Nacional de Papa. INIA-SARH.
- Ortega, E.; J. Alvarado, A. Vargas, D. Rodríguez y D. Alcalá de M. 1987. Almacenamiento de semilla de papa con luz difusa en Venezuela. XIII Reunión Asociación Latinoamericana de la papa. Panamá, Panamá. p. 497-511.

- Parson B., D.M. 1986. Almacenaje de papas. Area de producción vegetal. Manual para educación agropecuaria # 17. Ed. Trillas. México. p. 45-53.
- Rivera F., A. 1985. Problemática de la producción de semilla de especies de reproducción asexual. Reunión Nacional sobre Producción de Semillas en México. - Programa de Papa. INIFAP. Toluca, México. p. 57-69.
- Rodríguez B., A. 1979. Almacenamiento de papa. Programa Nacional de Tuberosas I.C.A. Tibaltata, Colombia. p. 1-12.
- Sabritas. 1987. Potato, Manual de entrenamiento. Saltillo, Coah. (1):1-24.
- Sacher, R.F. y W.M. Iritani. 1982. Tetrazolium tests as indicators of tuber physiological age and yield potencial. American Potato. Journal. Vol. 59:615-625.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (DSAG). 1976. La producción y certificación de semillas de papa en México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. p. 1-53.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (INIA, CIAMEC, CAEUAMEX). 1984. Marco de referencia del cultivo de papa. México. p. 1-16.
- Shaw R.L. y H. Booth. R.M. 1966. Introducción al almacenamiento de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. pp. 1-10.
- Van Der Zaag, C.E. 1981a. Recolección y almacenamiento en papas. Publicado por el Instituto Consuntivo Holandés sobre la Papa. La Haya Holanda y el Ministerio de Agricultura y Pesca. p. 1-24. Madrid, España.

- Van Der Zaag, D.E. 1981b. Plantación abonada y control de malas hierbas en las papas. p. 1-24.
- _____. 1981c. Semilla para siembra, fuentes de suministro y formas de utilizarla # 1. pp. 1-41.
- Van Es A. and R.J. Hartmans. 1981. Structure and chemical composition of the potato. Storage of potatoes post harvest behaviour, store design storage practice, handling. A. Rostoust. A. Van Es et al. Centre for Agriculture Publishing and Documentation Wageningen. 1981. ISBN 90-220-0780-4.
- Velázquez M.R. y O.L. Orozco. 1983. Recomendaciones generales sobre almacenamiento de papa destinada para semilla. Folleto técnico 26. Instituto de Ciencia y - Tecnología Agrícola. Sector Público Agropecuario y de Alimentación. Guatemala, C.A. p. 1-51.
- Wiersema, S.I. 1981. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Boletín informativo Técnico # 1. Centro Internacional de la papa (CIP). p. 1-14. Lima, Perú.