

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**IMPORTANCIA DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum L.*) EN
LA REGIÓN DE NAVIDAD, NUEVO LEÓN.**

**Por:
LUIS ALBERTO MONREAL PINAL**

MONOGRAFÍA

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2001**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO
IMPORTANCIA DE LA PAPA (*Solanum Tuberosum L.*) EN LA
REGIÓN DE NAVIDAD, NUEVO LEÓN.**

**POR:
LUIS ALBERTO MONREAL PINAL**

MONOGRAFÍA

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

APROBADA

**ING. JOSE ANGEL DE LA CRUZ BRETON
PRESIDENTE DEL JURADO**

**ING. RENE A. DE LA CRUZ RDZ.
VOCAL**

**MC.CARLOS I. SUAREZ FLORES
VOCAL**

**MC. ANTONIO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
VOCAL**

**MC. REYNALDO ALONSO VELASCO
Coordinador de la División de Agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2001.

INDICE DE CONTENIDO.

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INTRODUCCIÓN	1
HISTORIA	4
CLASIFICACIÓN TAXONOMICA	6
LA PLANTA	6
CARACTERISTICAS MORFOLÓGICAS	8
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL	13
DISTRIBUCIÓN NACIONAL	19
LOCALIZACIÓN	26
VARIETADES	28
EPOCA DE SIEMBRA	30
FORMA DE SIEMBRA	33
SUPERFICIE SEMBRADA EN NAVIDAD, N.L.	44
PREPARACIÓN DEL TERRENO	45
LABORES CULTURALES	51
FERTILIZACION	53
RIEGO	64
SEMILLA	72
PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES	75
DEFOLIACIÓN	90
COSECHA	95
EMBARQUE	97
ALMACENAMIENTO	97
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	

INDICE DE CUADROS

Pag.

- PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE PAPA
- SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA
- RENDIMIENTO DE PAPA
- SUPERFICIE SEMBRADA DE PAPA A NIVEL NACIONAL
- SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA A NIVEL NACIONAL
- PRODUCCIÓN DE PAPA A NIVEL NACIONAL
- RENDIMIENTO DE PAPA A NIVEL NACIONAL
- VARIETADES DE TUBÉRCULO USADO COMO SEMILLA
- DISTANCIAS ENTRE HILERAS Y ENTRE PLANTAS
- CANTIDADES DE SEMILLA QUE SE NECESITA Y DISTANCIA ENTRE PLANTAS DENTRO DEL SURCO
- EPOCA DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE
- FORMULAS DE FERTILIZACIÓN
- RIEGOS POR ASPERSIÓN
- RIEGOS CON AGUA RODADA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. *Por hacer posible mi existencia, por darme salud y vida cada día y por estar presente en todo momento de mi vida.*

A MI “ALMA MATER”. *Por haberme recibido y dado la oportunidad de concluir mis estudios profesionales.*

A MIS ASESORES:

ING. José Ángel de la Cruz Breton

ING. Rene A. de la Cruz Rodríguez

MC. Carlos I. Suarez Flores

MC. Antonio Rodríguez Rodríguez

Quienes con su apoyo y dedicación hicieron posible la realización de este trabajo. Así mismo por las sugerencias y aportaciones que influyeron en la culminación del mismo.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis seres queridos y a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a que terminara mis estudios profesionales.

A MIS PADRES:

*Rodolfo Monreal Bazaldúa
Irma Pinal Domínguez*

Por el gran ejemplo a seguir de luchar en la vida y salir adelante, por su gran dedicación y apoyo durante toda mi vida; por darme el mejor regalo que pudiera recibir, una formación profesional y por haberme dado la vida.

A MIS HERMANOS:

Carolina, Hugo y Rudy. Por darme su cariño, por la Fé y esperanza que han tenido en mi.

A ISELA:

Por su amor, cariño y comprensión, por motivarme a superarme cada día, por apoyarme siempre en las buenas y en las malas y por todos los momentos felices que me ha brindado.

A JUNY:

Por su apoyo y consejos que me dio para salir adelante en mis estudios profesionales.

A MIS TIOS Y ABUELOS.

INTRODUCCIÓN

La papa es una planta domesticada y cultivada por los sudamericanos de la región andina. Datos antropológicos consistentes en hallazgos de tazas y vasijas de barro semejando al tubérculo de papa que datan de 2500 a 5000 años antes de Cristo.

Los primeros europeos que conocieron las plantas de papa, fue un grupo de conquistadores españoles. Se la llevaron a España, junto con el frijol y el maíz. Fue utilizada como alimento y es muy probable que se la llevaron en forma de semilla.

En la región de Navidad, N.L. la producción de papa es muy importante ya que las condiciones son muy adecuadas para el desarrollo de este cultivo. Considerada una de las zonas más importantes de producción de papa a nivel nacional.

La producción de papa ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, superado por el arroz, trigo y maíz.

La papa es una planta que se siembra en mayor extensión entre los cultivos que se reproducen vegetativamente. Es una planta que produce mucho alimento por unidad de superficie, ocupa el primer lugar en calorías diarias por unidad de superficie, el segundo lugar en producción de proteínas por hectárea.

La papa contiene dos aminoácidos muy importantes en la dieta humana que son la lisina y el triptofano. Por otra parte las proteínas que contiene son simples o fáciles de asimilar por el organismo humano o animales que la consumen. Además es una planta que generalmente tiene un ciclo vegetativo más corto que los cereales como el trigo, maíz y arroz.

Este cultivo también es importante por sus diferentes usos que son:

- Consumo humano directo.
- Alimento de ganado.
- Industria alimentaria: Fabricación de Puré, Papas fritas, etc.
- Industria fécula: Alimentación.
- Industria destilera: Obtención de alcohol.

En este trabajo se presentan datos muy importantes para el manejo de este cultivo y sirve para que el público tenga acceso a esta información o recopilación de datos recientes. Esto se hizo con el objetivo de que el lector obtenga información general de lo que es el cultivo de papa en la región de Navidad, N.L. en este estudio monográfico.

Por lo anteriormente expuesto el gran crecimiento demográfico, la tasa de desempleo que hay también en el campo es muy obvio y aconsejable que se le de una mayor importancia en México al cultivo de esta planta.

HISTORIA (ORIGEN)

La papa es una planta domesticada y cultivada por los sudamericanos de la región andina. La domesticación de esta especie probablemente fue hecha por los Incas o civilización Preinca, pues así lo indican los datos antropológicos consistentes en hallazgos de tazas y vasijas de barro semejando al tubérculo de papa que datan de 2500 a 5000 años antes de Cristo.

Los primeros europeos que conocieron las plantas de papa (parcelas sembradas con este cultivo), fue un grupo de conquistadores españoles pertenecientes al ejército de Pizarro, el cual iba bajo el mando de Gonzalo Jiménez de Quesada, a quien se le había encargado subir rumbo a los Andes a través del valle del Río Magdalena hoy Colombia. El lugar preciso mencionado por Correll, donde los españoles vieron la papa cultivada por primera vez fue una pequeña aldea llamada Sorocota en 1537, donde actualmente se encuentra un pueblo colombiano llamado Vélez.

La papa fue llevada a España poco después o durante la conquista de Sudamérica hecha por los españoles al mando de

Francisco Pizarro. Junto con el frijol y maíz fue utilizada como alimento en los barcos en forma de tubérculo pero es muy probable que también lo hayan llevado en forma de semilla, de España se distribuyó a Portugal, Italia, Francia y demás países europeos, para pasar a formar parte de las colecciones de plantas exóticas de los jardines de grandes palacios de reyes y castillos de los señores feudales de aquella época.

Por un periodo bastante largo, la papa permaneció en Europa como una curiosidad botánica, o como una más de las plantas exóticas ornamentales, pues como alimento tardó mucho tiempo en empezar a usarse, y es muy probable que las hambrunas que siempre han padecido periódicamente los pueblos por guerras, epidemias y desastres meteorológicos como son las sequías y heladas, obligaron a la gente a usarle cada vez en mayor cantidad y frecuencia como alimento a tal grado que para 1845 Irlanda dependía demasiado de esta planta para alimentarse, es por esto que cuando el tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) se extendió y atacó al cultivo de la papa, la población irlandesa padeció una hambruna que mató a más de 1 millón de personas e hizo emigrar a otro millón (Pérez 1997).

CLASIFICACIÒN TAXONÒMICA

Reino: Metaphyta

Phylum: Antophyta

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Gènero: Solanum

Especie: Tuberosum

Andigenum

LA PLANTA



La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual potencialmente perenne debido a su capacidad de reproducción de tubérculos.

Las flores son pentámeras de colores diversos; tienen estilo y estigma simples y ovario bilocular. El polen es típicamente dispersado por el viento. La autopolinización se realiza en forma natural, siendo relativamente poca la polinización cruzada en los tetraploides y cuando esto sucede, probablemente los insectos son los responsables. Los diploides son con muy pocas excepciones autocompatibles.

Los frutos maduros son de forma redonda a oval (de 1 a 3 cm a más de diámetro), de color verde a amarillento o castaño-rojizo a violeta. Tiene dos lóculos, con 200 a 300 semillas, pero debido a factores de esterilidad pueden formarse frutos sin semillas. (Wattsagro, 1999).

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

La papa es una planta anual, produce varios tallos aéreos que crecen de 0.5 a 1.0 metros de altura. Pueden presentarse flores terminales y dar como resultado un fruto de 3 centímetros de diámetro que contiene una gran cantidad de semillas. Los frutos (bayas) no son comestibles y las semillas se emplean solo en la siembra para mejoramiento genético. El sistema fibroso de raíces se extiende superficialmente y se desarrollan rizomas múltiples que terminan en los tubérculos conocidos como papas.

Los tubérculos se ubican muy superficialmente y cuando el cultivo lo requiere se coloca tierra adicional para mantener los tallos erectos.

Como la papa es un tallo modificado, cuando se expone a la luz produce rápidamente clorofila, tanto antes como después de la cosecha (Gorden y John,1984).

Raíz

El sistema radicular de la papa es fibroso y adventicio. Las raíces nacen de los nudos del tallo situado en el suelo (Edmon,1981).

Las plantas provenientes de semilla botánica poseen una raíz principal delgada, la cual se transforma en fibrosa, mientras que las plantas provenientes de tubérculos usados como semilla vegetativa tienen un sistema fibroso de raíces laterales, que emergen generalmente en grupos de tres a partir de los nudos de los tallos subterráneos. Las raíces laterales se originan en las regiones del periciclo de las raíces y en los meristemos de los tallos subterráneos, junto a la placa nodal. La división celular del periciclo da origen al primordio radicular, el cual se abre paso mecánicamente, a través de la corteza y posiblemente por actividad enzimática. Los puntos de emergencia de las raíces son esencialmente heridas abiertas que proporcionan vías de penetración para una serie de patógenos. (Wattsagro, 1999).

Tallos

La papa presenta tallos frágiles, que alcanzan hasta 90 cm. De altura, con estolones subterráneos en el extremo de los cuales se forman los tubérculos (tallos modificados) (Bayer,1983).

Hojas

Las hojas son alternas, igual que los estolones. Las primeras hojas tienen aspectos simples, vienen después las hojas compuestas, imparipinadas con tres o cuatro pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal (Montaldo,1984).

Flor

Las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos. Las flores individuales son perfectas, pudiendo ser blancas, amarillas, púrpura o veteadas de acuerdo con la variedad. La floración es comúnmente más profusa en regiones que se caracterizan por temperaturas elevadas en dicha estación (Edmon,1981).

La inflorescencia de la papa es de tipo cima, compuesta de pedúnculos largos: la flor es completa, de tamaño regular, actinomorfas, hermafroditas y pentámeras, dispuestas en corimbos

provistos de largos pedúnculos, nacen en racimos en la extremidad de los tallos, éstas son individuales y perfectas. El perianto consta de cáliz con cinco lóculos, los estambres son cinco con largas anteras amarillentas unidad en un cono.

Las flores tienen estilo y estigma simple y ovario bilocular, con corola entera, dispuestas en pedúnculos, de ovario súpero, el color varía según la variedad, el cual puede ser blanco, rosa, lila, morado fuerte, o combinaciones de éstos. (Báez, 1983).

Frutos

Las bayas de la papa se forman como resultado de la fecundación. Son verdes cuando inmaduros y amarillos al madurar, cada fruto de la papa puede contener 200 o más semillas(Delorit y Ahlgren, 1967).

Tubérculos

El tubérculo se forma en el extremo del estolón (rizoma), como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que resulta de un rápido desarrollo y división celular; este desarrollo constituye

aproximadamente 64 veces de aumento en el volumen de la célula. La unión del estolón con el tubérculo, generalmente se rompe durante la cosecha, o muere cuando la planta alcanza la madurez, quedando evidente ya sea como un fragmento corto remanente o como una pequeña cicatriz. (Wattsagro, 1999).

La papa se reproduce también a través de meristemo para poder obtener semilla libre de virus el cual es el método mas usual para obtener semillas libre de virus. (Villarreal, 2001 información personalizada).

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

Con el descubrimiento de América el comercio de productos agropecuarios entre los distintos continentes se incremento de manera considerable, llevando productos nunca antes vistos a países remotos, que con el paso del tiempo se convertirían en uno de los principales en la dieta de la población de esas naciones, aún cuando en sus inicios no fueran aceptados ampliamente por distintas razones. Uno de estos productos fue la papa.

La papa es considerada una de las aportaciones más importantes de América hacia el resto del mundo. Los indígenas de Latinoamérica cultivaron la papa en prácticamente cualquier lugar y, posteriormente, los inmigrantes fomentaron el cultivo extensivo del producto en la región, para después extenderse hacia otros países.

El principal uso que se le ha dado a la papa es como alimento para el hombre. Dado que este producto esta constituido principalmente por substancias amiláceas, teniendo una deficiencia en materias proteicas, es recomendable que se consuma junto con carne. Así mismo, en algunos países la emplean para la fabricación

de alcohol industrial, por medio de la sacarificación del almidón (o fécula), sometiéndolo después a una fermentación.

Pese a que la papa es un producto originario de América, la principal zona productora no es el continente americano. De acuerdo a los reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la principal región productora de papa es disputada por Asia y Europa, que en 1997 produjeron 29.1 y 28.7%, respectivamente; mientras que América aportó 13.2%, solamente.

En los últimos cuatro años, la producción mundial de papa ha registrado un constante incremento, pasando de 270.7 millones de toneladas en 1994 a 302.5 millones en 1997, lo que represento un alza de 11.7%, y un nivel promedio de producción anual de 290.37 millones de toneladas. Aproximadamente 41% de la producción mundial de papa se concentra en Rusia, Polonia, Estados Unidos, India y Ucrania.

Rusia produce alrededor del 13.1% de la producción total mundial de papa con 37.9 millones de toneladas al año. Este país ha

registrado un incremento importante en su oferta, gracias a las mejoras en el cultivo de la hortaliza, lo que la ha permitido incrementar los rendimientos e incluso disminuir su superficie destinada al cultivo. En 1997 la producción de papa rusa se ubico en su máximo nivel de los últimos cinco años al totalizar 40 millones de toneladas, 18.2% superior a la de 1994.

Pese a que la superficie cosechada registrada en 1997 se contrajo en cuarenta mil hectáreas, en relación a 1994, esto no impidió que la producción cayera, después de que los rendimientos crecieron en 19.6% en el mismo lapso. Es importante señalar que los cambios drásticos en el clima que se registran en ese país afectan de manera negativa la producción de papa (así como de otros productos), por lo que se ha estado fomentando mejores técnicas de cultivo para obtener mayores rendimientos y contrarrestar así los efectos climáticos.

Polonia es otro de los países que ha observado un incremento relevante en la producción de papa, aún que la superficie cosechada se haya contraído de manera notoria. Polonia produce alrededor de 25.5 millones de toneladas de papa al año, lo que representa 8.8% de

total mundial. Su participación en el total mundial ha ido en aumento, ya que mientras en 1994 aportó 8.5% de total mundial, para 1997 su participación se ubicó en 9%, con un incremento en su producción del 18%, entre un año y otro.

El comportamiento anterior se ha debido al buen desempeño que ha observado en sus rendimientos, los cuales crecieron en 49.8% entre 1994 y 1997, mientras que la superficie cosechada disminuyó en 21.1% en el mismo lapso. Cabe señalar que Polonia presenta el segundo lugar en cuanto a rendimientos solo atrás de Estados Unidos, de allí que es muy probable, si se mantiene la actual tendencia de su producción y si el clima no afecta al cultivo, continuará ampliando su participación en la producción mundial.

La producción de papa estadounidense se ha mantenido sin importantes variaciones en los últimos cuatro años a consecuencia de la estabilidad de la superficie cosechada. Estados Unidos produce alrededor de 21.4 millones de toneladas de papas al año, la que representa 7.4% de total mundial. En 1997 el nivel de su producción se ubicó prácticamente en el mismo de 1994, a consecuencia de la

caída en la superficie destinada al cultivo, la cual descendió 1.8%, mientras que los rendimientos crecieron 3.3%, lo que permitió la estabilidad en la producción. Gracias a los altos rendimientos de papa que Estados Unidos obtiene (prácticamente el doble del promedio mundial), es como se ha mantenido el tercer lugar como productor mundial de la hortaliza, ya que la superficie cosechada apenas representa 16.7% de la destinada por Rusia y poco más del 40% de Polonia.

Los últimos dos países productores de papa son India y Ucrania los cuales aportan 6.2 y 5.8% del total mundial, respectivamente. La producción hindú ha crecido moderadamente, pasando de 17.4 millones de toneladas en 1994 a 18.5 millones en 1997. La estabilidad en la superficie destinada al cultivo, así como en los rendimientos, no han permitido un repunte en la producción; mientras que las condiciones adversas en las zonas productoras de papa en Ucrania, aunado a la falta de mejoras en el cultivo, en gran medida resultado de las dificultades financieras que este país registra después del desmantelamiento del bloque socialista, han sido los factores que han frenado el incremento en su producción de papa.

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE PAPA.
(millones de toneladas)

País	1994	1995	1996	1997	1998
Rusia	33.83	39.90	38.53	40.00	37.42
Polonia	23.06	24.89	27.22	27.22	25.05
E.U.	21.19	20.12	22.62	21.50	21.31
India	17.39	17.94	18.50	18.50	17.94
Ucrania	16.10	14.73	18.41	19.00	16.40
Otros	159.15	167.70	180.73	176.28	169.22
Mundial	270.72	285.28	306.01	302.50	287.34

Fuente: ASERCA con datos de la FAO

SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA
(millones de hectáreas)

País	1994	1995	1996	1997	1998
Rusia	3.34	3.41	3.27	3.30	3.10
Polonia	1.70	1.52	1.34	1.34	1.25
E.U.	0.56	0.56	0.58	0.55	0.55
India	1.05	1.09	1.12	1.12	1.09
Ucrania	1.53	1.53	1.55	1.60	1.39
Otros	9.87	10.32	10.60	10.31	9.93
Mundial	18.05	18.43	18.00	18.22	17.31

Fuente: ASERCA con datos de la FAO

RENDIMIENTO DE PAPA
(ton/ha)

País	1994	1995	1996	1997	1998
Rusia	10.13	11.70	11.78	12.12	12.06
Polonia	13.56	16.38	20.31	20.31	20.10
E.U.	37.84	35.93	39.00	39.09	38.75
India	16.56	16.46	16.52	16.52	16.51
Ucrania	10.52	9.63	11.88	11.88	11.78
Otros	16.12	16.25	17.05	17.10	17.04
Mundial	15.00	15.48	16.58	16.60	16.60

Fuente: ASERCA con datos de la FAO

(Barreiro, 1998).

DISTRIBUCIÓN NACIONAL

La papa se cultiva en gran parte del territorio nacional, tan solo para el año de 1996, se produjo en 23 estados, distribuidos en las diferentes regiones del país: noroeste, noreste, norte-centro, centro, pacifico-centro, pacifico-sur y golfo-centro. De ese total de entidades, cinco concentran el 52% de la superficie total cosechada y el 54% del total de la producción; estos son, por orden de importancia Sinaloa, México, Puebla, Guanajuato y Nuevo León.

Revisando los datos de la década actual, en lo que se refiere a superficie sembrada, podemos encontrar que se ha reducido de manera significativa ya que pasó de 82,645 has. en 1990 a 63,558 has. en 1996 lo que representa una diferencia de 23%. Viendo estos mismos datos, pero ahora a través de la tasa de crecimiento, se puede igualmente observar, que esta fue a nivel nacional negativa, con 3.85%. Esta misma tendencia negativa, pero con diferentes porcentajes, esta presente en casi todas las principales entidades productoras, con excepción de Guanajuato y Nuevo León, en donde la tasa de crecimiento fue de 9 y 7.8% respectivamente. El sector otros, que agrupa a las 17 entidades restantes, también mostró una tasa de

crecimiento negativa, lo que indica la imposibilidad de generar nuevas áreas de cultivo, manteniéndose de esta forma la mayor superficie y producción concentrada en las áreas tradicionales. Los datos preliminares de 1997, señalan que la superficie sembrada es de 65,368 has., lo que representa un incremento de 2% comparado con el año anterior.

La superficie cosechada al ser un indicador que guarda una relación que es directamente proporcional al comportamiento de las áreas sembradas, mostró también un movimiento de reducción. Por ejemplo se paso de 81,245 has. contabilizadas para 1990 a 62,686 has. en 1996, lo que implica una diferencia del 22%. Por otro lado la tasa de crecimiento también fue negativa al ubicarse a nivel nacional en 3.81%. De las cinco principales entidades productoras, solo Guanajuato y Nuevo León mostraron tasas de crecimiento positivas de 8.80 y 7.92%, respectivamente. Lo que es interesante resaltar en este caso, es la diferencia existente entre la superficie sembrada y la cosechada, que implicaría el nivel de las áreas siniestradas, es relativamente menor al que se ha podido observar en otras hortalizas, de tal forma que la mayor siniestralidad se ubicó en el año de 1993,

cuando apenas represento el 3.5% de la superficie sembrada. En 1997, la superficie cosechada de acuerdo a cifras preliminares se estima en 61,294 has., lo que represento una reducción de 2% con respecto al año previo.

La producción por su parte, en lo que va de la década (con excepción de los años de 1993 y 1994), ha tenido como característica una cierta estabilidad, ya que las fluctuaciones se han ubicado en un rango mayor a las 1,200,000 toneladas sin llegar a alcanzar 1,300,000 sin embargo, pese a dicha estabilidad, la tasa de crecimiento anual a nivel nacional fue negativa (0.04%), claro que sin alcanzar los niveles de la superficie sembrada y cosechada. A nivel estatal, las entidades que tuvieron tasas de crecimiento negativas fueron Sinaloa, Edo. de México y Puebla, mientras que Guanajuato y Nuevo León, estados que casualmente vieron incrementadas sus superficies, tuvieron tasas positivas. Dos fueron los factores que influyeron para que la producción mostrara la estabilidad señalada y la apenas perceptible tasa de crecimiento negativa:

- a) Por un lado, tenemos que el comportamiento del rendimiento a nivel nacional en lo que va de la década influyo de manera

positiva, ya que fue el único indicador que mostró un importante crecimiento, al pasar de 15.826 ton/ha. en 1990 a 20.457 ton/ha. en 1996; es decir, que durante el lapso señalado el rendimiento creció en 29%. Por su parte, la tasa de crecimiento anual a nivel nacional fue de 4.88%, ello como resultado de las tasas positivas que registraron en casi todos los principales estados productores, así como en el rubro “otros”.

- b) Por otro lado, la reducción de las superficies sembradas y cosechadas (ya señaladas anteriormente) fue el factor que contribuyó en contra, para que la producción no alcanzara tasas de crecimiento.

Para 1997 y de acuerdo a cifras preliminares, la producción se puede ubicar en 1,230,947 toneladas lo que significaría una reducción del 4% con respecto al año anterior.

Habría que tener en cuenta otras características de la producción de papa en nuestro país, a fin de que los datos anteriormente señalados puedan entenderse en toda su dimensión:

- a) La producción de papa por ciclo agrícola señala que los mayores volúmenes se obtienen durante el ciclo primavera-verano, el cual en promedio, durante lo que va de la década, ha contribuido con el 59%, mientras que el porcentaje restante corresponde al ciclo otoño-invierno.
- b) Del total de las superficies destinadas a esta hortaliza, las de riego representan el 55% en promedio dejando el porcentaje restante a las de temporal.
- c) Los datos anteriormente señalados, tienen su impacto en los volúmenes productivos, en donde se puede observar que las superficies de riego produjeron en promedio el 70% de la producción, correspondiéndole al 30% restante, a la superficie de temporal.
- d) En rendimiento, los datos son muy similares ya que el promedio de productividad durante el periodo de 1990-1996 en las superficies de riego fue de 22.707 ton/ha., mientras que las de temporal alcanzaron solo 11.886 ton/ha.
- e) Es posible ubicar estados en los que los rendimientos están por encima de la media nacional como es el caso de Coahuila donde la productividad en 1996 fue de 30.906

ton/ha.; Baja California con 31.949 ton/ha.; Zacatecas con 32.794 ton/ha. y el que alcanzo mayor nivel, fue Jalisco con 34.637 ton/ha.

**SUPERFICIE SEMBRADA DE PAPA A NIVEL NACIONAL
CICLO 1990-1996 (Hectáreas)**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Tasa de Crecim.
Total	82,645	75,376	74,769	67,819	61,551	65,254	63,558	-3.85%
Sinaloa	11,353	9,915	11,808	10,523	9,041	8,848	9,091	-3.32%
México	12,769	11,377	8,584	7,357	5,348	6,485	7,422	-6.98%
Puebla	18,695	14,206	11,401	9,804	9,939	9,192	6,949	-10.47%
Guanajuato	3,636	3,616	4,486	3,131	3,512	3,399	5,599	9.00%
Nuevo León	2,634	2,606	3,258	3,258	4,340	4,445	3,867	7.80%
Otros	33,558	33,656	35,232	33,746	29,371	32,885	30,6030	-
	1.45%							

**SUPERFICIE COSECHADA DE PAPA A NIVEL NACIONAL,
CICLO 1990-1996 (Hectáreas)**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Tasa de Crecim.
Total	81,245	74,598	72,121	67,108	61,159	64,516	62,686	-3.81%
Sinaloa	11,328	9,915	11,274	10,523	9,036	8,848	9,091	-3.29%
México	12,757	11,365	8,522	7,357	5,254	6,435	7,422	-6.97%
Puebla	18,695	14,206	11,391	9,804	9,913	9,137	6,879	-10.53%
Guanajuato	3,564	3,566	4,479	3,607	3,512	3,399	5,445	8.80%
Nuevo León	2,621	2,591	3,258	3,258	4,340	4,445	3,867	7.92%
Otros	32,280	32,955	33,197	32,559	29,104	32,252	29,982	-1.19%

Fuente: ASERCA con datos de SAGAR

**PRODUCCIÓN DE PAPA A NIVEL NACIONAL, CICLO
1990-1996 (Miles de toneladas)**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Tasa de Crecim.
Total	1,285	1,211	1,212	1,133	1,167	1,269	1,282	-0.04%
Sinaloa	260.15	191.91	160.07	169.13	204.73	197.83	213.22	-3.01%
México	188.83	163.50	130.37	128.09	85.03	125.38	146.01	-3.78%
Puebla	176.38	150.66	137.73	111.44	99.67	110.89	76.72	-9.42%
Guanajuato	83.37	78.89	114.33	68.70	104.00	80.02	145.09	12.34%
Nuevo León	80.30	91.03	120.47	102.81	149.93	142.23	126.64	9.62%
Otros	496.69	535.09	549.91	533.46	523.79	612.69	574.65	2.62%

**RENDIMIENTO DE PAPA A NIVEL NACIONAL, CICLO
1990-1996 (Ton/ha)**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Tasa de Crecim.
Total	15.826	16.235	16.818	16.893	19.084	19.980	20.457	4.88
Sinaloa	22.965	19.356	14.199	16.072	22.657	22.359	23.454	0.35
México	14.303	14.387	15.229	17.411	16.185	19.485	19.674	5.48
Puebla	9.435	10.606	12.091	11.367	10.055	12.136	11.154	3.04
Guanajuato	23.393	22.123	25.528	22.197	29.614	23.544	26.648	2.32
Nuevo León	30.537	35.135	36.978	31.559	34.547	32.000	32.234	0.93

Fuente: ASERCA con datos de SAGAR

(Barreiro, 1998).

LOCALIZACIÓN

La región de Navidad perteneciente al municipio de Galeana, N.L., está situada en un valle de gran extensión, limitado por sus serranías en sus extremos y de altura media de 1900 msnm.

Los terrenos sembrados con papa, se pueden localizar en las coordenadas 25° 00' a 25° 05' latitud Norte y 100° 35' a 100° 40' longitud Oeste, la altura promedio es de 1895 msnm. (Ramos, 1991).

CLIMA

De acuerdo a la estación meteorológica de Navidad, N.L., situado a 25° 04' latitud Norte y 100° 36' longitud Oeste, a una altura de 1860 msnm.

Las características generales del clima según la clasificación de Köppen (1936), modificado por E. García (1973), pertenece al tipo BSo h w'(e) que quiere decir:

BS: clima seco o estepario.

BSo: el más seco de los BS, con un cociente de $P/T < 22$.

h: semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22°C, y la del mes más frío 18°C.

w': régimen de lluvias de verano, por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco, un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

(e): extremoso, oscilación entre 7 y 14°C

En Navidad N.L. la temperatura media es de 14.3°C.

La precipitación media total anual es de 516.2 mm.

Régimen de lluvias en verano aunque llueve todo el año, siendo más abundante los meses de Mayo, Junio y Julio, y el más seco es Marzo.

Las primeras heladas aparecen en Octubre, aunque pueden adelantarse desde Septiembre, son más frecuentes en Diciembre y Enero, y pueden alcanzar temperaturas hasta de 15°C bajo cero.

Los vientos predominantes de la región son del Oeste al Suroeste.

VARIEDADES

Las principales variedades que se cosechan en México son: la **Alpha**, que predomina en el mercado con una participación superior al 65% del total, seguida de la **Atlantic** que representa alrededor del 28%. El resto (7%) la componen otras variedades de menor importancia, tales como: **Gigante, Herta, Premier, Mundial, Norteña, Granola, Diamante y White Rose**. De todas estas variedades, la única que es indistintamente destinada a usos industriales o para consumo fresco es la **Alpha** (Morales 1995).

En México hay dos grandes métodos para cultivar papa, las variedades criollas como la López, Rosita, La amarilla de Puebla cultivadas en lugares arriba de los 2000 metros sobre el nivel del mar y los valles altos como Navidad, Sinaloa, Toluca, Chihuahua que se cosechan variedades Europeas y Norteamericanas como la Alpha, Gigant, Herta, Mundial y otras (Villarreal, 2001 información personalizada).

Las variedades que ocupan desde hace muchos años una superficie muy importante a nivel nacional, son en primer lugar la

variedad **Alpha** de origen holandés; en segundo lugar la variedad **Criolla López** (*S. Tuberosum* subespecie *andigenum*).

La variedad **Alpha** introducida a México al principio de la década de los 50's, mostró un amplio rango de adaptación en varias regiones de México; desde pocos metros sobre el nivel del mar como en el caso de Sinaloa y Sonora hasta valles altos como el valle de Toluca (2,640 msnm).

La variedad López se siembra en menos extensión pero está adaptada a valles y sierras de mayor altitud donde la variedad **Alpha** u otras no se adaptan, es decir, dan una producción muy pobre.

En el sur de Coahuila que comprende los municipios de Saltillo, Arteaga, General Cepeda, Parras y el municipio de Galeana Nuevo León, por muchos años se sembraron principalmente la variedad **Alpha** y algunas otras como la **Patrones, Furore, Comander** y la famosa **Papita criolla de Galeana** (Pérez 1997).

- **Roja:**

Red LaSoda, LaRouge.

- **Blanca:**

Superior, Atlantic, Norchip, Kennebec, Alpha, Ileri, Norteña, Gigant, Mondial, Premier. (Wattsagro 1999).

EPOCA DE SIEMBRA

En cuanto a este aspecto, hay que tener en cuenta que las heladas y jornadas muy cálidas y secas perjudican a la papa. Cuando la temperatura pasa de 25°C no se produce tuberización.

El siguiente cuadro muestra variedades utilizadas como tubérculo-semilla, así como la época de siembra, ciclo vegetativo y cantidad de semilla posible a utilizar, dentro del rango que delimita el área del campo experimental de la UAAAN en el municipio de Navidad N.L.

Variedades de tubérculo usado como semilla en el área de influencia de la UAAAN.

Variedad	Ciclo vegetativo	Época de siembra	Cantidad Kg/ha.
Alpha	135-145	15 Marzo – 30 Abril	2000-3000
Gigant	120-130	15 Marzo – 30 Abril	2000-3000
Mundiales	130-140	15 Marzo – 30 Abril	2000-3000

(Macias, 1987).

Para la determinación de la época de siembra, se debe observar la temperatura, humedad y el fotoperíodo. Para que los brotes formen tallos y raíces, la temperatura del suelo debe ser superior a 10°C . Se debe prever que más tarde la temperatura suba considerablemente para un buen desarrollo de la planta.

En regiones con buena estación marcada de lluvias, se siembra antes de que empiecen éstas, para tener bastante agua durante la época de crecimiento. (Rangel, 1987).

Las reacciones de las plantas al termoperíodo y al fotoperíodo tiene muchas implicaciones en la tecnología agrícola y agrobiológica. Aunque estos factores climáticos son fijos para una localidad dada, hasta cierto punto es posible alterarlos en el campo variando la fecha de siembra o por factores topográficos. (Rojas, 1984)

Las fechas de siembra el hombre las fija a conveniencia propia y dependerá de las Etapas Fenológicas (EF) y de factores de comercialización. (Hernández, 1987).

La utilidad de las fechas de siembra se ven reflejadas directamente en la producción y rendimiento de los cultivos; es necesario encontrar una fecha optima que nos permita que un cultivo dado quede fuera de condiciones adversas y demuestre todo su potencial genético. De esta misma forma, es importante analizar el efecto que una fecha, ya sea tardía o temprana, nos ocasiona en el cultivo, para utilizar estos conocimientos en la comercialización de nuestros productos, que conjuntamente con los costos de producción nos dará una mayor cantidad de opciones en el manejo del cultivo y nos permitirá escoger el mejor tiempo y precio en que entre al mercadeo.

El efecto que tienen las fechas de siembra en los cultivos es debido a las condiciones climáticas y a la información genética de la planta, las cuales determinan en un momento dado, la mejor fecha de

siembra; en estudios básicos de fechas de siembra, no solo se debe observar al rendimiento como única respuesta a las fechas, sino también otras características como calidad en los tubérculos que son afectadas. (González y López, 1997 y Cervantes, 1988).

FORMA DE SIEMBRA

En la región de Navidad la siembra se hace combinando la sembradora (maquina) para abrir el surco, fertilizarlo y tratarlo y después otros se siembra a mano tapando después con unos tapadores (Villarreal, 2001 información personalizada).

La siembra puede hacerse a mano o con la máquina sembradora-fertilizadora, según lo permita el terreno o que se disponga de la máquina sembradora, es recomendable hacerla en tierra venida, es decir; se riega antes del surcado y se siembra.

Los surcos deben estar separados entre 70 y 90 cm. todo depende de la variedad, con una pendiente de 20 cm/100 lineales, aquí en la región la distancia más común que usan los agricultores es

de 90 cm. entre surcos. En otras regiones o como en las sierras de Tlaxcala, Puebla, Estado de México, los campesinos acostumbran a hacer los surcos separados hasta un metro. En la literatura de algunas autores han reportado distancias menores y también mayores.

La profundidad de la siembra recomendada es de 15 a 20 cm., los tubérculos se colocan en el fondo del surco a una distancia de 15 a 20 cm. aquí hay que aclarar que cuando por necesidad se usan tierras con una capa arable menor de 30 cm. de profundidad es obvio que el surcado debe hacerse más superficial y que la distancia entre plantas va a depender también de la variedad, en una variedad de porte bajo y con poco follaje puede acortarse la distancia entre las plantas y también cuando se usan tubérculos para semilla más chicos que dan pocos brotes debe sembrárseles más cerca porque tienden a dar menos tallos. El criterio general que reportan varios autores, es que debe haber una población de tallos vigorosos de 20 a 30 por metro cuadrado. Después de depositada la papa brotada en el fondo del surco se cubre lo más pronto posible con una capa de tierra con el objeto de que no le de el sol por un periodo largo pues hay peligro de que se quemen los brotes o la cutícula de los tubérculos. De

preferencia deben usarse tubérculos completos de 28 a 55 mm. de diámetro promedio y un peso de 40 a 60 gr., procurando que sea de cosecha reciente (Pérez 1997).

Una apropiada preparación del terreno es esencial para una buena calidad y rendimientos máximos. Los residuos de cultivos previos deben ser completamente rastreados e incorporados para permitir una descomposición completa. Una cantidad excesiva de materia orgánica sin descomponer favorece el desarrollo de la sarna en papa.

La profundidad de la aradura y la maquinaria varían con la región y las condiciones. Los suelos profundos se deben trabajar a profundidades de 20 a 30 cm., los suelos poco profundos deben trabajarse a una profundidad que no rebase la capa arable, entendiéndose por esto el suelo que esta antes de llegar a los carbonatos de calcio que hay en la zona. En muchas áreas se recomienda un subsoleo con cinceles para romper el suelo compacto y asegurar un drenaje adecuado. Se debe nivelar el terreno de manera que el agua pueda ser aplicada de manera uniforme sin estancarse, ya

que esto nos puede llevar a pudriciones (enfermedades radiculares). Las camas preparadas para plantar papa son usualmente planas, pero pueden también estar elevadas sobre el suelo.

Las semillas deben plantarse en suelos con un nivel de humedad de 60 a 80% de capacidad de campo desde el nivel donde se coloque la semilla hasta 60 cm por debajo de la superficie. Se debe realizar un riego preplantación si el suelo está seco. Esto dará como resultado el establecimiento de plantas más robustas y más sanas que si los riegos son aplicados entre plantación y emergencia. Debe asegurarse de que la temperatura del suelo sea, al menos de 7°C antes de plantar. Una temperatura del suelo de 10° a 13°C a la profundidad de plantación es ideal para estimular la emergencia de brotes vigorosos pero en muchas regiones, el esperar a que la temperatura alcance estos valores significara perder tiempo valioso. La plantación en suelo frío, que también está demasiado húmedo o demasiado seco, incrementa la probabilidad de daños por *Rhizoctonia*, pierna negra y pudriciones.

La profundidad de plantación varía de 10 a 15 cm, dependiendo de la región, la estación del año y las condiciones al momento de la plantación. Las semillas son plantadas a mayor profundidad en suelos de textura gruesa que en suelos de textura fina. Las plantaciones más profundas a veces son usadas para protección contra heladas. Generalmente, las plantaciones más superficiales son usadas donde se espera que la emergencia sea más lenta. Asegúrese que los aporques den una profundidad final de semilla de 15 a 20 cm para el tiempo en que empiezan a formar los tubérculos (Wattsagro, 1999).

En plantaciones en que las distancias entre líneas sea de 0.90 mts. se estima que el número mas adecuado de tallos que se pueden tener por metro cuadrado sea de 35 tallos (Villarreal, 2001 información personalizada).

Se debe plantar las semillas en hileras de 75 a 90 cm de ancho; usualmente la anchura usada está determinada por los patrones de cultivo regionales y el equipo disponible. Puede usarse el espaciamiento de las semillas en las hileras para controlar tanto el

número de tallos por planta como el tamaño de los tubérculos. Las plantas de papa cultivadas para producción de semilla a menudo son plantadas más juntas para producir un mayor número de tubérculos más pequeños. En las plantaciones comerciales, el espaciamiento está influenciado por la variedad. La papa 'Russet Burbank' usualmente es plantada a espacios de 23 a 30 cm entre plantas. Los espacios de 13 a 15 cm entre plantas son usados para papas 'Kennebec', debido a que tienden a producir menos tubérculos por planta, y los espacios más angostos ayudan a evitar que los tubérculos crezcan demasiado grandes. Las variedades rojas son plantadas entre 15-20 cm entre plantas por la misma razón. Los espacios son usualmente de 20 cm para papa "Norgold Russet", de 18-20 cm para "White Rose", y de 20-23 cm para "Centennial Russet". Las variedades tales como "Norchip", que forman un número grande de tubérculos, requieren espacios más amplios (ej.: 28-36cm). Las cantidades de semillas necesarias para las diferentes distancias entre hileras y entre plantas son enlistados en la siguiente tabla:

Espacio entre Plantas en la Hilera (cm)	No. de Semillas Por cada 100m De hilera.	Toneladas de semilla requerida para plantar una hectárea con diferentes anchuras de cama de siembra.			
		76 cm	81 cm	86 cm	91 cm
15	656	3.7	3.5	3.2	3.1
20	492	2.7	2.6	2.4	2.3
25	394	2.2	2.1	1.9	1.8
30	328	1.8	1.7	1.6	1.5
36	282	1.6	1.5	1.4	1.3

Número de semillas necesarias por cada 100 metros lineales de hilera, y número total de semillas requeridas por hectárea para diferentes densidades de plantación (tamaño promedio de la semilla = 42.5 gr.)

Las aplicaciones de fertilizante son realizadas al momento de la plantación si no se hicieron aplicaciones preplantación, o solo se aplicó una porción de los fertilizantes en preplantación. Las aplicaciones en banda de los fertilizantes son colocadas, al menos, 5 cm a los lados y 5 cm por debajo de las semillas. De otro modo, las

semillas pueden resultar dañadas por concentraciones altas de sales, causando reducciones en el establecimiento del cultivo. En algunas regiones se utilizan sembradoras mecánicas para sembrar papas. Se deben mantener las sembradoras en buenas condiciones de operación, y se debe asegurar que está ajustada para trabajar apropiadamente con el tamaño de semilla que se está usando.

Cuando las plantas comienzan a emerger , es recomendable contar el número de plántulas en una sección de hilera de 100 metros de largo y compararlo con el número esperado de acuerdo a los espacios usados en la tabla anterior. Cuando el número de plántulas emergidas sea significativamente más bajo que el esperado, se deben extraer las piezas (semillas) para determinar la causa de la falla. Los establecimientos de plantación pobres pueden ser causados por errores mecánicos en la plantación, semillas ciegas (es decir, sin ojos), exposición de las semillas a inhibidores de brotación, enfermedades, y daños durante la siembra (Wattsagro 1999).

CANTIDAD DE SEMILLA- DENSIDAD DE TALLOS.

La cantidad de la semilla que se necesita depende principalmente de:

- a. Calibre de la semilla.
- b. Precio de la semilla, en relación con el precio previsto del producto.

Efectos de la cantidad de semilla y de la densidad de tallos en el rendimiento.

Calibre de la semilla y número de tallos.

Un tubérculo grande produce más tallos que un tubérculo pequeño, pero por unidad de peso de tubérculo, los tubérculos grandes producen menos tallos que los tubérculos pequeños. El rendimiento esta, por tanto, más en relación con el número de tallos que con la cantidad de semilla por unidad de superficie. A pesar de que el número optimo de tallos depende de varios factores, se ha comprobado con frecuencia que de 15-20 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. Si el peso medio de cada tubérculo es de alrededor de 50 grs., la cantidad de semilla por hectárea es $4 \times 10.000 \times 0,050$ Kgr.

= 2.000 Kgrs. puede variar hasta 5000 Kg/Ha en algunos lugares de N.L.

Si se consigue que estos cuatro tallos los produzcan tubérculos de peso medio de 30 grs., la cantidad de semilla es solamente de 1.200 Kgrs./ha. De todo esto puede deducirse que naturalmente el productor debe tratar de producir muchos tallos por tubérculo, dado que cuantos más produzca por unidad de peso de tubérculo, menos semilla necesitara. Esta es también la razón por la que la semilla pequeña (más tallos por unidad de peso de tubérculo que la semilla grande), es más cara que la semilla más grande.

El productor puede estimular que el número de tallos por tubérculo mediante:

- a. Una prebrotación correcta.
- b. Cortando la semilla si esta aun parcialmente en periodo de reposo (el cortar las semillas tiene sus desventajas, tales como la descomposición del tubérculo y la diseminación de enfermedades).
- c. Evitando el dañar los brotes al plantar.

d. Plantando en un suelo moderadamente húmedo, suelto y razonablemente libre de terrones.

Relación entre calibre del tubérculo, número de tallos por tubérculo y cantidad de semilla por hectárea.

La tabla muestra la relación entre calibre de la semilla por una parte y número de tallos, número de plantas y cantidad de semilla por hectárea por otra parte, para obtener un cultivo con aproximadamente 15 tallos por metro cuadrado.

La separación dentro del surco se da para tres separaciones entre surcos diferentes.

Cantidad de semilla que se necesita y distancia entre plantas dentro del surco para obtener un cultivo con aproximadamente 15 tallos principales por metro cuadrado (variedad con tubérculos de forma redondo-oval).

Calibre de la semilla (mm.)	Peso de la semilla (gramos)	Número estimado de tallos por tubérculo	Número de papas de siembra por Ha		
28-35	25	2 ½	60.000		
35-45	50	4	38.000		
45-55	90	5	30.000		
Calibre de la semilla (mm.)	Peso de la semilla por Ha. (Kgrs.)	Distancia dentro del surco (cm.) con separación de:			
		60cm.	70cm.	80cm.	
28-35	1.500	28	24	21	
35-45	1.900	44	38	33	
45-55	2.700	55	48	42	

En esta tabla se da por hecho que la semilla de calibres 28-35 mm.; 35-45 mm. y 45-55 mm. producen 2 ½ , 4 y 5 tallos por tubérculo respectivamente. El número de tallos por tubérculo depende, no solo del calibre de la semilla, sino también del estado fisiológico de la misma (por ejemplo cuando existe dominancia apical, solamente aparecerá uno o dos tallos), y de la variedad. Algunas variedades producen más tallos que otras, y los tubérculos redondos producen más tallos por unidad de peso de tubérculo que los oval-alargados. Si el número de tallos por tubérculo es inferior al estimado en la tabla, deberá utilizarse más semilla, y menos semilla si el número de tallos es mayor (Van der Zaag, 1981).

SUPERFICIE SEMBRADA (NAVIDAD N.L.)

La superficie aprox. sembrada actualmente en Navidad N.L. es de 2500 a 3000 hectáreas (Villarreal, 2001 información personalizada).

PREPARACIÓN DEL TERRENO

La buena preparación del terreno nos ayuda a mejorar la estructura del suelo, perdido durante el cultivo anterior, merma ocasionada por el paso de maquinaria, o a los riegos, lluvias, cambios de temperatura, pastoreo, etc.

Un suelo bien preparado proporciona al nuevo cultivo buenas condiciones de aireación al sistema radicular mismo que estimula un buen desarrollo de la parte aérea de la planta. Al incorporar los residuos de la cosecha anterior, malas hierbas y voltear la capa arable se exponen los huevecillos y plagas del suelo ocasionando la deshidratación y muerte de las mismas, cuando están en su etapa latente de desarrollo. En general se puede decir que una buena preparación del terreno facilita el manejo de las labores culturales que necesita el cultivo.

SUBSUELEO

El uso de esta herramienta es muy necesaria para roturar terrenos nuevos que se van a usar en la agricultura, que han sido usados en el pastoreo o que han sido barbechados por tres o más

años a la misma profundidad pues en este último caso forman una capa dura e impermeable que se encuentra a la profundidad que penetra el arado al barbechar cada año.

Esta labor que hace el arado de subsuelo tiene la característica de penetrar a más profundidad que el arado de barbecho sin voltear o invertir la capa arable sino solamente aflojar el terreno para facilitar la penetración del arado de barbecho y posteriormente las raíces de las plantas del cultivo que se establezca y en general favorece un mejor manejo del suelo, agua, plantas, sales, etc.

La profundidad del subsuelo varía entre 60 y 80 cm y debe hacerse para cualquier cultivo cada 2 ó 3 años.

BARBECHO

Es la práctica principal en la preparación de un terreno para siembra por lo cual se considera ineludible en la preparación de un terreno para el establecimiento de un cultivo. Cuando el subsuelo no se hace, es posible sustituirlo en muchas ocasiones por un barbecho profundo siempre que la capa arable del suelo lo permita, pues cuando

está muy delgada (30 cm) o menos no debe hacerse muy profundo, pues sería contraproducente porque se mezclaría la buena tierra con el cascajo, piedras o caliche y en muchos casos es recomendable usar una rastra. Generalmente los agricultores hacen sus barbechos a una profundidad de 20 a 40 cm pero si la capa arable es profunda lo mejor es hacerlo lo más profundo posible. Si con el primer paso de arado el suelo, se ve que no quedó suficientemente mullido es necesario dar otro barbecho cruzado.

RASTREO

El rastreo es igual que el barbecho, debe hacerse cruzado si es necesario, en el caso de que los terrones no terminen de deshacerse con el primer paso, pues esta práctica es la que termina de mullir el suelo y lo deja listo para que la niveladora haga bien su labor.

NIVELACIÓN

Con esta práctica se termina la preparación del terreno; consiste en proporcionar a la superficie del terreno una forma plana que nos permita un surcado más uniforme y una mejor distribución del agua de riego. En los terrenos con pendiente muy pronunciada e irregular se

combina la práctica de la nivelación con la siembra en contorno o se usa la irrigación por aspersión, y se procura que la pendiente ideal la lleve el surco y no el terreno.

SURCADO

Con esta práctica queda el terreno listo para la siembra, el distanciamiento entre surcos depende mucho de la variedad que se va a sembrar, por ejemplo variedades de porte bajo es recomendable una distancia de 70 a 80 cm. entre surcos y en la altura intermedia y altas 90 cm. entre surcos; aunque generalmente la distancia comúnmente usada por la mayoría de los agricultores, es de 90 cm. entre surco y surco.

LEVANTAMIENTO DE BORDOS

Cuando el terreno está listo para sembrarse y generalmente después de hacerse el surcado se levantan los bordos para el riego o para retener y dar salida al agua de lluvia. En donde se siembra de temporal los bordos que se hacen en la parte más alta del terreno sirven de protección y los de la parte más baja dan salida al exceso de agua que se junta en los surcos durante los aguaceros muy fuertes.

En el caso de los agricultores que usan riego por aspersión pudiera pensarse que los bordos no son necesarios, y en general esto es cierto sobre todo cuando la siembra se hace al principio de la primavera en una región que casi no llueve; sin embargo, es muy recomendable tomar en cuenta lo siguiente:

Que ocasionalmente durante la primavera y sobre todo en la estación de verano se presentan lluvias bastante fuertes y sobre todo en terrenos con pendiente pegados a las faldas de los cerros, la experiencias nos dice que en este caso también se requieren bordos de protección para evitar corrientes que vienen de las partes más altas de fuera del terreno formen arroyos que se llevan una buena porción de la siembra y de la capa arable del terreno, esté o no en cultivo. (Pérez, 1997).

PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA LA PLANTACIÓN.

Una buena preparación del terreno para la siembra puede conseguirse con herramientas de mano o con maquinaria bien con tracción animal o arrastradas por tractores. Si se usan tractores, los

aperos con toma de fuerza del tractor, provistos de reguladores de profundidad son muy útiles.

Es muy importante preparar el terreno para la siembra justo inmediatamente antes de efectuar la plantación, y en un momento en que el terreno esta en condiciones de ser trabajado (ni demasiado húmedo, ni demasiado seco). Si el terreno esta demasiado húmedo, se debe esperar, y si el terreno esta demasiado seco, debe regarse el terreno antes de darle la labor preparatoria para la siembra. Si únicamente la capa superior del suelo admite las labores de preparación y no existe una razón especial para esperar, puede laborarse únicamente una capa de poco espesor (p. ej. de 6-8 cm.), y después de la plantación debe desmenuzarse el terreno entresurcos, y utilizarlo para aporcar el caballón (Van der Zaag, 1981)

LABORES CULTURALES

Después de la siembra es muy importante mantener el suelo en las mejores condiciones posibles, es decir el suelo debe mantenerse suelto (sin que se apriete o compacte). Es por esto que es necesario reducir al mínimo el uso de maquinaria pesada dentro del terreno sembrado.

Es muy recomendable que por lo menos se mantenga al cultivo libre de malas hierbas los primeros 50 ó 70 días dependiendo de la variedad, si es de ciclo corto, medio o tardío y también del destino que se va a dar a la producción, si es para producir tubérculo o semilla se requiere y es muy aconsejable mantener las parcelas lo más limpias posibles durante todo el ciclo del cultivo.

CULTIVOS

En general se acostumbra dar dos escardas; la primera se lleva a cabo a los 20 días después de que emergen las plantas y la segunda a los 40 días para terminar con las malas hierbas que se encuentran entre los surcos y dar un mejor sostén a las plantas.

El objetivo principal de estas labores es aflojar el terreno y también destruir las malas hierbas.

DESHIERBES

Es recomendable efectuar un mínimo de dos deshierbes, uno después de cada escarda; se hacen a mano o con el auxilio de un azadón raspando entre las hileras de plantas.

La recomendación anterior va de acuerdo con lo que hace la mayoría de los agricultores, debido principalmente a que es lo que se puede hacer antes de que se cierre el surco por el rápido crecimiento del follaje, sin embargo, hay que tener muy presente que el segundo deshierbe quede muy bien hecho pues de otro modo pronto las malas hierbas estarán compitiendo con mucha ventaja sobre la papa, por los fertilizantes, agua, luz y sobre todo formando una cubierta junto con la papa muy espesa y de esta manera impidiendo que la aspersion de funguicidas e insecticidas penetre a la parte inferior del follaje, y por otra parte formando debajo de esta capa un ambiente muy húmedo que afectara la calidad de la papa que se coseche, pues habrá

muchas papas que se pudran antes y después de la cosecha.(Pérez, 1997)

APORQUES

El aporque consiste en subir los surcos, generalmente se recomienda hacer dos aporques, uno después de cada deshierbe. El primero se hace con cultivadora, el segundo con un arado de doble vertedora tirado con tractor (Pérez 1997).

FERTILIZACIÓN

Fertilización en la siembra; la papa generalmente se fertiliza al momento de sembrarla, ya sea en bandas a un lado del surco o en el fondo de éste, a 1 ó 2 cm. abajo del tubérculo que se usa como semilla; cuando se deposita en el fondo del surco, se hace en el momento del surcado.

La fertilización recomendada por la SARH (1986) es de 200-400-200 de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente de acuerdo con el siguiente cuadro.

Época de aplicación del fertilizante en el cultivo de papa (SARH, 1986).

Época de aplicación	Material técnico kg/ha		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)
En la siembra	100	400	200
En la primera escarda	100	0	0

De acuerdo con el cuadro anterior, solo se aplica el 50% del Nitrógeno en el momento de la siembra debido a su alta movilidad para evitar pérdidas. El otro 50% se aplica en la primera o segunda escarda. La totalidad del Fósforo y el Potasio se aplica al momento de la siembra.

Como resultado de las investigaciones llevadas a cabo en el departamento de suelos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, reportan las siguientes dosis óptimas económicas de fertilizantes:

Nitrógeno	200 kg/ha
Fósforo	400 kg/ha
Potasio	200 kg/ha

Para la región de Navidad, N.L. la forma de aplicarlos también se recomienda la mitad de Nitrógeno a la siembra y la otra mitad en la primera escarda, la totalidad del Fósforo y el Potasio en la siembra. Otras fórmulas usadas por los productores de papa en la región son: 100-200-100.

Los elementos N, P y K son llamados mayores o macroelementos y son los que casi siempre se necesita aplicar en toda siembra de papa; en muchos de los casos el agricultor los aplica sin previo análisis químico del terreno por sembrar, ya sea por premura o causas económicas para no aumentar los insumos del cultivo; es muy recomendable el análisis del terreno para poder determinar con mayor precisión las fórmulas que se han de aplicar en las diferentes partes del terreno, pues hay que tener en cuenta que dentro de un mismo terreno o rancho hay áreas más pobres en nutrientes que en otras.

(Pérez, 1997).

El requerimiento del Nitrógeno es mayor durante los primeros 45 a 50 días. Posterior a los 60 días hay muy poca acumulación de materia seca en las raíces o en la parte aérea.

Por lo general, la tuberización se inicia a los 35 a 50 días después de la emergencia, y se prolonga en promedio 40 días. Esta etapa tiene una gran acumulación de carbohidratos en los tubérculos en un corto periodo de tiempo. Esta es la etapa crítica; la demanda de Potasio es alta para una buena movilización de azúcares hacia las hojas. Terminando el periodo de llenado, la madurez de cosecha se logra después de 80 días en clima templado y más de 110 días en climas más fríos.

Una sobrefertilización nitrogenada puede estimular el crecimiento de la planta y retardar la maduración del tubérculo. Una madurez retardada puede conducir a que se reduzcan los niveles de carbohidratos (almidón y azúcar), causando con esto un decremento en la calidad de la papa que va para procesado. Las papas cultivadas con fines de procesamiento (fritura) deben contener altos niveles de almidón y bajos niveles de azúcar. Debido a estos requisitos, los

rangos de fertilización (especialmente Nitrógeno) son frecuentemente de 10 a 20% más bajos que los rangos de las papas cultivadas para el mercado fresco.

Las plantas inmaduras son más difíciles de defoliar, y los tubérculos típicos de esas plantas son de cáscara muy delgada y susceptibles al daño mecánico durante la cosecha.

Participación de los Nutrientes.

- **N:** La absorción es baja durante las tres primeras semanas después de la siembra, incrementándose fuertemente hasta la etapa de inicio del desarrollo del tubérculo. Una óptima parcialización sería aplicar del 30 al 50% a la siembra, y el 70 a 50% restante en una aplicación 45 días después. Se recomienda aplicar al menos el 50% en forma nítrica.
- **P:** La absorción de este elemento es relativamente constante a través del ciclo de crecimiento; sin embargo, a causa de su poca movilidad en el suelo y su efecto en las raíces, se debe aplicar todo al momento de la siembra.

- **K:** La tasa de absorción se concentra principalmente en los dos últimos tercios del periodo de desarrollo, durante el periodo de tuberización. Se recomienda particionar el suministro de K en proporciones similares (40-60%) usando fuentes de K solubles, principalmente durante la segunda aplicación para su rápida absorción y traslado. Aplicar el K en fuentes solubles y libres de cloro. (Wattsagro, 1999).

La fertilización consiste en aplicar el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, más los elementos menores al momento de la siembra. Aunque para el Nitrógeno y Fósforo todos los productores utilizan 2 ó 3 momentos de aplicación, uno de ellos es precisamente al tiempo de la siembra y el otro después del segundo cultivo. Es importante mencionar que todos los productos químicos son utilizados de acuerdo a las recomendaciones señaladas en el instructivo correspondiente.

Veamos en el siguiente cuadro las fórmulas de fertilización mínima, media y máxima que adoptan los productores.

FÓRMULAS DE FERTILIZACION

ELEMENTO	MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
N	100	200	300
P	150	275	400
K	180	290	400

Cabe mencionar que la cantidad de cada uno de estos elementos se aplica de acuerdo al tipo de suelo en que se encuentre la superficie de producción variando esta fórmula incluso si el productor tiene más de un lote de cultivo. (Lino, 1997).

MICRONUTRINETES

* Elementos requeridos por la planta en segundo grado.

Estos elementos son: el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). La cantidad total de Ca, Mg y S por la planta y el tubérculo es de (Ca) dos veces la de (Mg) y cuatro veces (S); pero por otro lado se ha encontrado que solamente el 6 % del Ca se encuentra en los tubérculos comparado con el 41 y 55% del Mg y el S respectivamente.

Los nutrientes Ca, Mg y S son menos importantes por supuesto que N, P y K.

Estos elementos son los que en menor grado requiere la planta para un desarrollo normal. Se ha encontrado que la más alta concentración de los micronutrientes en las hojas y tubérculos está a la mitad de su crecimiento.

Con bastante frecuencia en las parcelas sembradas de papa con semilla certificada; es decir, con muy buena calidad para siembra, se empiezan a ver plantas amarillentas; es decir, cloróticas y que a medida que pasan los días va aumentando el número de este tipo de plantas a pesar de haber usado una fórmula de fertilizante bastante fuerte a base de los elementos mayores (N, P y K), nos está indicando que es muy probable que debido a que generalmente en el Norte de la República el PH de los suelos está arriba de siete, que las sales, carbonatos y sulfatos que contiene el suelo los están fijando; es decir, convirtiéndolos en insolubles el fertilizante que se puso o que hay deficiencia de elementos menores (micronutrientes) porque no los

tiene el suelo o están fijos y no pueden ser aprovechados por las plantas.

Este problema es bastante serio, debido a que estas plantas cloróticas y aún las que no muestran clorosis son generalmente raquílicas y no dan todo el rendimiento que la variedad es capaz de producir.

Para solucionar en gran parte el problema anterior es aconsejable usar fertilizantes foliares en aspersion que complementan la fertilizacion del suelo, en esta forma no se soluciona el problema en su totalidad, pero de un cultivo que causaría pérdidas al agricultor se logra una producción económicamente rentable.

FERTILIZANTES ORGÁNICOS

La aplicación de fertilizantes inorgánicos es más eficiente; es decir, se logra que den mejor resultado, si se agrega materia orgánica al terreno en una proporción de 50 ton/ha. Esta operación puede hacerse en el momento del barbecho o del rastreo; o en el fondo del

surco al surcar el terreno un poco antes de la siembra cubriéndosele junto con el fertilizante.

Una solución más aconsejable que sería a largo plazo pero mucho más aceptable es el de agregar gran cantidad de materia orgánica al terreno (50 ton/ha) de estiércol de corral, ya sea de ganado vacuno, ovino, equino, etc. uno o dos años antes de la siembra de papa. El estercolado puede complementarse con los abonos verdes como el trébol e inclusive con una gramínea como la avena, el primer año se incorpora al suelo con el barbecho, se siembra enseguida maíz de tal manera que se incremente la materia orgánica del suelo. No es recomendable sembrar papa el mismo año en que se hace el estercolado del terreno pues se presentan pudriciones antes y después de la cosecha. (Pérez, 1997).

Estiércol y abono en verde.

Un cultivo de papa reacciona favorablemente a una estercoladura ó a un abonado en verde (gramíneas ó tréboles). Ambas prácticas mejoran la estructura del suelo y liberan gradualmente diversos elementos minerales. El estiércol y el abono

verde constituyen una base ideal para suplementar posteriormente con fertilizantes artificiales. Es importantísimo que el estiércol este bien descompuesto antes de aplicarlo, y que el abono en verde no sea enterrado demasiado profundo al dar la labor, con el fin de que pueda descomponerse de una forma satisfactoria en el terreno. Si no se hiciese correctamente, tal como se ha indicado, estos abonos orgánicos pueden incluso ser perjudiciales para el cultivo (Van der Zaag, 1981).

Una aplicación de fertilización promedio por papas es 380 unidades de **N**, 420 unidades de **P** y 120 unidades de **K**. Al tiempo de sembrar ó 10 días después de brotadas las plantas aplicar todo el fósforo, potasio y la mitad de nitrógeno. **No es recomendable aplicar Urea a la papa.** Puede resultar en pocos tubérculos por planta y problemas en nacimiento. Hay que mantener una distancia entre la semilla y fertilizante de 5cm. Mínimo o va a resultar problemas con brotes o raíces quemados. Se aplica la otra mitad de nitrógeno en el primero o segundo aporque (papaguia, 2001).

RIEGO

En Navidad N.L. el riego es 100% es presurizado, como pivote central, side roll o linea manual se estan haciendo estudios de riego con cintilla, en ninguna zona se ha generalizado el riego por cintilla (Villarreal, 2001).

La disponibilidad de agua en el suelo es un factor esencial que determina el rendimiento y la calidad del cultivo de papa. Muy poca agua reducirá los rendimientos, inducirá a la formación de tubérculos deformes, o incrementará la severidad de las sarna o los síntomas de marchitamiento por *Verticillium*. Riegos no oportunos o excesivos pueden reducir los rendimientos y la calidad, causar varios problemas de enfermedades en el campo o en el almacenamiento, o deslavar los nutrientes de la zona de la raíz. Las fluctuaciones en la disponibilidad del agua favorecen desordenes tales como rebrotaciones y necrosis internas.

Para un riego eficiente se requiere averiguar cuanta agua disponible puede contener el suelo. El agua disponible es aquella porción de agua del suelo que puede ser extraída por las plantas.

Durante el ciclo del cultivo, se necesita el riego cuando una cierta proporción del agua disponible (capacidad de campo) ha sido usada. La capacidad de campo en un terreno particular varía de acuerdo al tipo de suelo, la etapa de crecimiento del cultivo, la cantidad total de agua disponible, las condiciones climáticas y el costo del riego. Debido a que las papas son sensibles al estrés hídrico, la capacidad de campo no debe ser menor de 30 a 40%. Para minimizar la infección de sarna o viruela de la papa, la capacidad de campo no debe ser menor de 20% durante el periodo de iniciación del tubérculo.

RIEGOS PRE-PLANTACIÓN

La humedad del suelo debe estar a 60-80% de la capacidad de campo al momento de la plantación. Si las lluvias no son suficientes para llenar la reserva del suelo, entonces se debe aplicar un riego antes de la siembra. Deben evitarse los riegos entre plantación y emergencia. Es mejor tener una humedad suficientemente alta en el suelo de manera que no se necesite aplicar el primer riego hasta que las plantas han emergido. Sin embargo, se puede echar mano de los riegos si el suelo se vuelve excesivamente seco.

RIEGOS POST-PLANTACIÓN

Con aspersores, cada riego post-plantación debe ser suficiente para llevar los 45 cm superficiales del suelo de vuelta a capacidad de campo; no se recomienda regar a una profundidad mayor de 60 cm. La oportunidad y la cantidad de riegos post-plantación dependen de la capacidad de retención de agua de los 45 cm superficiales del suelo y de la tasa de uso del agua para evapotranspiración. El mantenimiento de la humedad de suelo adecuada es crítico durante las etapas de iniciación de tuberización y de crecimiento de tubérculos; un estrés de agua durante estos periodos puede causar malformaciones y otros defectos en los tubérculos, especialmente en papas “Russet Burbank”.

Los riegos finales en la mayoría de los campos de cultivo deben estar sincronizados para permitir que la humedad del suelo baje hasta casi el 60% de la capacidad de campo al momento de la muerte de la parte aérea. Este nivel de humedad del suelo estimula un desarrollo apropiado de la cáscara del tubérculo y disminuye la posibilidad de que los tubérculos sean infectados durante la cosecha por los patógenos del tizón tardío, el tizón temprano y la pudrición suave. Sin

embargo, si la humedad del suelo cae por debajo del 50% durante la muerte de la parte aérea, puede resultar en STEM-END BROWNING. En regiones calientes, pueden darse riegos ligeros continuamente hasta la cosecha para mantener las temperaturas del suelo bajas. Un exceso de riego en este momento puede reducir los niveles de oxígeno en el suelo y causar pudrición de los tubérculos y corazón negro.

SISTEMAS DE RIEGO

Las papas pueden regarse por aspersión. El sistema de aspersión proporciona la mayor flexibilidad y la mayor eficiencia de aplicación de agua, además de que los fertilizantes y algunos pesticidas puede ser aplicados por medio de aspersores. Los aspersores son más fácilmente adaptados a terrenos desnivelados. Cuando se este preparando el terreno, se debe estar seguro de no dejar pequeños “pozos” donde se puede encharcar el agua. El riego por aspersión provee de condiciones en el follaje de la papa que son favorables a ciertas enfermedades, tales como tizón temprano, tizón tardío y moho blanco (Sclerotina). Para reducir la diseminación de

estas enfermedades, se debe permitir al follaje secarse por completo entre riegos.

El riego por surco puede ser usado donde la pendiente del terreno sea menos de 2% y donde las hileras no son mayores de 182 a 244 m. La longitud de los surcos es afectada por la textura del suelo. La aplicación uniforme de agua y fertilizante es más difícil con el riego por surco. El daño por palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) es casi siempre mayor cuando se usa el riego por surco debido a que el agrietamiento del suelo está más presente. El desarrollo de cenicilla polvosa (*Pseudoperonospora cubensis*) es favorecido por el riego por surco, además de que el potencial para la marchites por *Verticillium* es más alto que con riego por aspersión. El tizón temprano es menos favorecido por el riego por surco.

El riego subterráneo puede ser usado cuando los suelos son de textura uniforme y los terrenos están relativamente nivelados. Los suelos bajos, planos y orgánicos son favorables para el uso de riego subterráneo (Wattsagro 1999).

Las plantas de papa, por su naturaleza, son muy sensibles a la falta de agua y a las fluctuaciones en el suministro de riego o de la lluvia en casi todo su ciclo vegetativo, la falta de agua en cualquier periodo de crecimiento éste se hace lento o se detiene y enseguida se presenta la marchites y como consecuencia la disminución del rendimiento y calidad del tubérculo.

Las papas obtienen el agua a partir de la reserva de humedad del suelo. Estas reservas se reponen de una vez para la siguiente con las lluvias, pero en los periodos de escasez de lluvias o de riegos, la humedad del suelo puede disminuir tanto que se produzca una detención del crecimiento de la planta. El riego tiene como objetivo en muchas regiones suplementar a las lluvias en el caso de que el cultivo sea de temporal; en otras como en el caso de la parte sur de Coahuila, Naviada N.L. y casi toda la parte norte de la República donde se siembra papa las siembras dependen casi en un 100% del riego a base de bombeo o de agua almacenada en presas.

La papa es una planta cuyas raíces profundizan poco, es decir; dependiendo de la variedad podríamos considerar un rango de 40 a 60

cm. donde se encuentra la mayoría de sus raíces; y esto quiere decir que los riegos deben mantener la humedad suficiente a esa profundidad, para que no se presente el marchitamiento. La disponibilidad del agua para las plantas también depende del tipo de suelo. Los suelos ligeros proporcionan a plena capacidad de 25 a 37 mm. de agua a la planta antes de que cese el crecimiento; los suelos más compactos pueden suministrar de 37 a 50 mm. Estas cantidades se refieren solamente a los periodos de crecimiento cuando la planta es sensible al riego, ya que en otras etapas la planta es menos sensible a las fluctuaciones de humedad.

Respecto a la necesidad de agua, éste depende mucho de las condiciones climáticas locales y de la variedad. Los suelos muy compactos sobre todo en los cenagosos, necesitan menos riego; en áreas con un régimen de lluvias de más de 85 mm. aún en suelos ligeros el riego se usa con muy poca frecuencia.

Es muy importante, que los riegos se den oportunamente. Una forma un poco empírica pero muy práctica consiste en mirar después de medio día las parcelas podemos observar las plantas con las

puntas de los tallos principales marchitas, y si se toma una muestra de suelo por debajo de los 10 cm. y se aprieta con la mano y se desmorona fácilmente es tiempo de dar el riego. Esto es necesario cuando se tiene riego con agua rodada, que es el más común y fácil de aplicar.

En la actualidad la irrigación en papa y algunos otros cultivos está muy avanzado, pues están usando el riego por aspersión con side roll, pivote central, goteo y cintilla cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas respecto a los otros (Pérez, 1997).

NUEVO LEÓN

Riegos por aspersión

RIEGOS

INTERVALO APROX. ENTRE RIEGOS

1° Y 2°

8-10 días antes de la siembra

Cuando las plantas alcanzan una altura aprox. 7 cm.

3°

10 días después del segundo riego

4°

10 días después del tercer riego

5°

10 días después del cuarto riego

6°

10 días después del quinto riego

RIEGO	INTERVALO APROX. ENTRE RIEGOS
1°	10-12 días antes de la siembra
2°	10-12 días después del primer riego
3°	10-12 días después del segundo riego
4°	10-12 días después del tercer riego
5°	10-12 días después del cuarto riego

(Villarreal, 2001).

SEMILLA

Las plantas provenientes de semilla verdadera poseen la típica característica de plántulas comunes, con raíz primaria, hipocotilo, cotiledones y epicotilo, de los cuales desarrollan el tallo y follaje; en cambio las plantas de cultivo comercial se originan de una rama lateral que emerge de un brote proveniente de los tubérculos usados como “semilla” y sus raíces son adventicias. La llamada “semilla” en cultivos comerciales es un órgano de propagación asexual, que no puede ser comparado con la semilla botánica que tiene origen sexual.

Se debe utilizar solo semilla certificada. El seleccionar la semilla adecuada es el primer paso, esencial para tener éxito. Debe verificarse que la semilla esté libre de plagas y enfermedades; además, que sea la adecuada para las condiciones climáticas de la región en que se va a establecer el cultivo.

La pudrición de una semilla frecuentemente involucra a un hongo (ej.: *Fusarium*) que interactúa sinérgicamente con bacterias. Por lo tanto, los tratamientos químicos de las semillas, principalmente con productos funguicidas, cuando las condiciones favorecen el desarrollo de *Fusarium* en las semillas. Están siendo desarrollados tratamientos para controlar a las bacterias involucradas en la pudrición de las semillas, pero hasta el momento ninguno está disponible comercialmente.

Cuando se manejan cuidadosamente las semillas de buena calidad y las condiciones de campo se mantienen favorables para una rápida cicatrización de las heridas y emergencia, los tratamientos químicos a las semillas generalmente no son necesarios. Dependiendo del área y la fecha de plantación en que se establezca el

cultivo, algunos productores pueden evitar con cierta seguridad el gasto del tratamiento a la semilla, mientras que otros pueden resultar beneficiosos, debemos entender las condiciones que promueven la pudrición, así como su frecuencia y severidad en la situación en que nos encontremos. (Wattsagro, 1999)

CONDICIÓN DE LA SEMILLA.

Nivel sanitario.

Evidentemente, el nivel sanitario de la semilla es un importante factor. Por tanto, compre semilla certificada si esta disponible. Si se han agotado las existencias de semilla certificada, y la semilla procede de otras explotaciones, tenga sumo cuidado de que no trasmite a sus campos ninguna de las enfermedades y plagas peligrosas que son transmisibles por la semilla.

Fase germinativa.

Otro importante aspecto de la cuestión es la fase de la germinación en que se encuentra la semilla. Los mejores resultados se obtienen si la semilla a utilizar tiene (3-6) brotes, firmes y cortos. Si se siembra en estas condiciones en un suelo relativamente húmedo

y suelto, los brotes emergerán rápidamente y darán fuertes plantas
(Van der Zaag, 1981)

PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

El cuidado de la papa en este aspecto en todo su ciclo, pues empieza en la bodega y termina en el momento de la cosecha y se almacena la papa que se va a usar para semilla. En la bodega se debe estar pendiente del ataque de pulgones, palomilla, hongos y bacterias si no se controla con pesticidas las plagas mencionadas y la humedad, debe considerarse el daño que pueden causar los roedores si no se protegen adecuadamente ventanillas y ventanas con malla de alambre.

En la siembra debe prevenirse el daño, por plagas como el gusano de alambre, gallina ciega, hongos y nematodos. Esto quiere decir que al momento de abrir el surco debe, aplicarse junto con el

fertilizante un insecticida, un fungicida y un nematicida. (Pérez, 1997).

PLAGAS.

Rayador de la papa o pulga negra saltona (*Epitrix spp.*)

Cuando las pulgas saltonas abundan en el follaje de ciertos cultivos, las hojas pueden resultar tan intensamente dañadas que les resulta imposible realizar su función fotosintética y la planta muere. El daño consiste en pequeñas perforaciones redondeadas o irregulares que atraviesan las hojas. Estas lesiones facilitan la entrada a microorganismos patógenos que son transmitidos por el mismo insecto a otras plantas.

Además del daño que hace en los adultos, las larvas se alimentan minando la cutícula de los tubérculos (rayado de la papa), es éste el daño más importante.

CONTROL: Rociar las plantas con Carbaryl P.H. 80% a razón de 1.5 lt/ha sin intervalo de seguridad; o bien Endosulfán concentrado

emulsionable al 35% a razón de 2 a 2.5 lt/ha sin intervalo de seguridad.

Catarinita de la papa (*Leptinotarsa decmlineata* Kroatz.)

Este insecto es el más común y destructivo en el cultivo de papa en el mundo. Tanto la larva como el adulto se alimentan de las hojas ocasionando algunas veces serios daños que se traducen en una defoliación completa dejando solo los tallos principales. Los ataques severos reducen la producción considerablemente.

CONTROL: La eliminación de las pupas que se encuentran invernando en el suelo, se recomiendan labores de barbecho profundo en el invierno; en caso de requerirse el control químico se puede utilizar: Carbaryl 80% P.H. a razón de 1.5 a 2.5 kg/ha sin intervalo de seguridad; o bien Malatión 84% C.E. 1.5 lt/ha sin intervalo de seguridad.

Chicharritas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore, *E. Solana* Delong y *E. Abrupta* G. Y *D.E. Fabae* Harris)

Los daños causados tanto por las ninfas como por los adultos al alimentarse succionando los jugos principalmente en el envés de las hojas, se manifiestan por una ligera coloración amarillenta en la punta de las hojas, después, éstas paulatinamente se vuelven oscuras, se arrugan hacia arriba y finalmente mueren.

En climas cálidos y secos estos síntomas se detectan rápidamente.

CONTROL: Ometoato líquido miscible 84% a razón de 0.5 a 0.75 lt/ha sin intervalo de seguridad.

Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood)

Al succionar los jugos para alimentarse debilita a la planta retrasando su desarrollo. Además en las hojas de las plantas secretan una sustancia mielosa sobre la que se desarrollan hongos de fumagina; las plantas se vuelven raquílicas, los insectos se agrupan en la parte inferior de las hojas, se alejan cuando se les molesta pero inmediatamente vuelven a posarse.

CONTROL: Aspersiones de Paratión Metílico C.E. 50% en dosis de 1.5 lt/ha con intervalo de seguridad de 5 días.

Palomilla de la papa (*Phthorimaea Gnorimoschema soperculella* Zeller)

Las larvas al nacer barrenan las ramas o minan las hojas, pero los daños más importantes son ocasionados cuando barrenan los tubérculos dejando galerías, ocasionando la entrada de patógenos e inutilizándolos para el consumo.

CONTROL: Aporcar bien al cultivo de papa; recolección de tubérculos en el campo lo más completo que se pueda; después de la cosecha, seleccionar los tubérculos para no llevar ninguno infestado al almacén (los que estén dañados deben enterrarse profundamente para evitar infestaciones).Y químicamente con Paratión Metílico C.E. 50% en dosis de 1.5 lt/ha con intervalo de seguridad de 5 días.

Pulgón Verde (*Mizus persicae* Sulzer)

Los pulgones al succionar los jugos para alimentarse debilitan a la planta e inyectan al mismo tiempo una sustancia tóxica que causa el

encrespamiento y deformación de los tejidos afectados; además de estos daños directos, se les considera como el principal agente transmisor del virus que ocasiona la enfermedad conocida como “enrollamiento de la hoja”, la cual reduce la producción tanto de cantidad como en calidad, e impide la obtención de tubérculos sanos para semilla, ya que el virus también se transmite por este medio.

CONTROL: Ometoato L.M. 85% 0.5 a 0.75 lt/ha sin intervalo de seguridad; Metamidofos L.M. 50% de 1 a 1.5 lt/ha con un intervalo de seguridad de 14 días antes de la cosecha.

Gusano de alambre (*Agriotes spp.* Y *Melanotus spp.*)

Los gusanos de alambre son larvas delgadas con uniones que dan apariencia de pequeños cuerpos. El gusano de alambre es la forma inmadura de un grupo de insectos conocidos en su forma adulta como escarabajos. El mayor daño que causan en la papa son perforaciones profundas y otros daños que deforman el tubérculo, especialmente los pequeños. Este daño permite la entrada de patógenos.

CONTROL: Las aplicaciones se hacen durante la siembra.
Metasystox a razón de 0.5 lt/ha; Folimát 1000 de 20 a 25 kg/ha.

Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*)

Los adultos defoliar las plantas principalmente los árboles caducos, y las larvas, conocidas como gallina ciega comen las raíces y los tubérculos. Su combate se realiza antes o durante la siembra y también cuando se observan las primeras larvas en el suelo.

CONTROL: Metasystox a razón de 0.5 lt/ha; Folimat 1000 de 2.0 a 2.5 kg/ha.

Gusano soldado (*Spodopetera Laphygma exigua Hubner*)

Las larvas se alimentan haciendo perforaciones en las hojas cuando los ataques son muy severos llegan a defoliar por completo las plantas, al observar las primeras larvas se inicia el combate químico asperjando al follaje del cultivo con Lannate 90 P.S. de 0.3 a 0.4 kg/ha.

Pulgón de la Papa (*Macrosiphum solanifolli euphorbiae* Ashmead.)

Tanto la ninfa como el adulto de este pulgón succionan el jugo de las hojas y brotes tiernos ocasionando los mismos daños que el pulgón verde. Cuando se observan las primeras colonias de pulgones se hacen aplicaciones al follaje.

CONTROL: Diazinón 60% a razón de 0.5 lt/ha; Malatión 50% de 1.5 lt/ha.

Diabrotica (*Diabrotica spp.*)

Es un coleóptero que inverna al estado de escarabajo adulto y cuando llega la primavera deposita sus huevecillos en el suelo. Las larvas se alimentan de las raíces y estolones de la planta de papa, dañando también los tubérculos. Los adultos comen las hojas y los frutos haciendo perforaciones de una forma irregular.

CONTROL: Se hace mezclando el insecticida con el fertilizante al momento de la siembra. Volatón 2.5%.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS.

Quizá potencialmente las bacterias sean más peligrosas por sus daños que los hongos, pero en observaciones hechas en 1981 durante visitas a todos los centros de producción de papa en la República Mexicana, se observó que las enfermedades causadas por bacterias ocupan el tercer lugar. Las enfermedades bacterianas más comunes en México son: marchites bacteriana, sarna común, pierna negra y pudrición anular.

Las enfermedades causadas por bacterias son:

- 1.- Marchitamiento de las plantas y pudrición de los tubérculos.
- 2.- Pierna negra
- 3.- Pudrición anular
- 4.- Pudrición blanda y húmeda de los tubérculos
- 5.- Marchites bacteriana o vaquita
- 6.- Sarna común.

AGENTE CAUSAL

Erwinia carotovora (Bacteria)

Colletotrichum atramentarium

Pseudomonas solanacearum

Cercospora spp

Macrophomina phaseoli

Puccinea pittieriana

Streptomyces scabies

Alternaria solani

Fusarium solani

Fusarium oxysporum

Poma exigua

Botrytis Cinerea

Phytophthora infestans

Pythium spp

Pseudomonas fluorescens

Pleospora herbarum

NOMBRE COMÚN

Pudrición blanda.

Antracnosis, Punteado negro

Corazón negro, Pierna negra.

Marchitez bacteriana, pudrición parda.

Mancha foliar.

Pudrición carbonosa.

Roya común.

Sarna común.

Tizón temprano, Mancha negra de la hoja.

Pudriciones secas por fusarium.

Marchitez por fusarium..

Gangrena, Chancro, pudrición de la raíz.

Pudrición gris, Moho gris.

Tizón tardío (Hielo, gota).

Pudrición acuosa.

Ojo rosado.

Mancha foliar por pleospora.

Erysiphe cichoracearum	Oideosis, Mildiu polvoriento
Spongospora subterranea	Roña polvosa, Sarna polvosa.
Rhizoctonia solani	Rhizoctonia, Costa negra.
Rhizopus spp	Pudrición blanda por Rhizopus.
Corynebacterium sepedonicum	Pudrición anular.
Helminthosporium solani	Costra plateada, Mancha plateada, Caspa plateada.
Oospora pustulans	Mancha de la cáscara.
Sclerotium rolfsii	Pudrición basal.
Verticillium albo-atrum	Marchitez por verticillium.
Rhizoctonia crocorum	Pudrición radicular violeta.
Sclerotinia spp	Moho blanco, Esclerotinio- sis, pudrición dura.
Micoplasma	Escoba de bruja.

NEMATODOS

AGENTE CAUSAL

Nacobbus aberrans

Pratylenchus spp

NOMBRE COMÚN

Falso Nematodo del nudo de la raíz.

Nematodo de la lesión radicular.

Globodera spp (Heterodera spp)	Nemátodo dorado.
Ditylenchus destructor	N. De la pudrición de la papa.
Meloydigyne spp	N. del nudo de la raíz.
Trichodorus primitivus	N. de la atrofia radicular.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Las enfermedades de la papa causadas por hongos ocupan el segundo lugar en importancia de daños, en la República Mexicana, ya que se calcula que son en menor grado que las causadas por virus, micoplasmas y espiroplasmas. Las enfermedades fongosas que con más frecuencia se presentan en México son: tizón tardío, rhizoctoniasis, marchites y tizón temprano.

Las enfermedades fongosas son:

- 1.- Antracnosis.
- 2.- Carbón de la papa.
- 3.- Fusariosis, marchitamiento o punta seca.
- 4.- Gangrena.
- 5.- Mancha anular o peptoriosis.
- 6.- Mancha de la piel.
- 7.- Podredumbre gris de la papa.
- 8.- Podredumbre rosada.
- 9.- Podredumbre seca
- 10.- Podredumbre del tallo y del tubérculo.
- 11.- Podredumbre húmeda de los tubérculos con heridas.
- 12.- Roña.
- 13.- Sarna plateada.
- 14.- Sarna polvorienta.
- 15.- Rhizoctoniasis.
- 16.- Tallo quebrado.
- 17.- Tizón tardío.
- 18.- Tizón temprano.
- 19.- Verruga a sarna verrugosa
- 20.- Verticiliosis (marchitamiento por verticillium).

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS, MICOPLASMAS Y ESPIROPLASMAS.

En México la mayoría de las enfermedades son causadas por virus, micoplasmas y espiroplasmas, que llegan a ocupar el primer lugar por sus daños.

Microplasmas y espiroplasmas, son microorganismos pleomórficos que, como las bacterias, carecen de un núcleo organizado y delimitado y que, además también carecen de una verdadera pared celular y de la capacidad de sintetizar las sustancias para formarla.

Dentro de los insectos capaces de transmitir virus, se tienen: los áphidos, chicharritas, trips, mosquita blanca, escarabajos de hojas y entre los insectos conocidos como transmisores de micoplasmas y espiroplasmas, se tienen a los cicadélidos como las chicharritas y otros. Las chicharritas son no solo numerosas en especies sino también son muy abundantes en número de individuos.

Los virus no tienen control químico, lo mejor es controlar los vectores. En el caso de los micoplasmas y espiroplasmas, si se tiene control químico, estos patógenos son susceptibles a los antibióticos

como la tetraciclina, terramicina y strptomycin, etc. Algunos productos usados para su control son, Agrimicin-100, Agrimicin-1000. (Pérez, 1997).

AGENTE CAUSAL

AMV (Virus del Mosaico de la alfalfa)

APLV (Virus Alternaria alternata)

APMV (Virus)

CMV

PDMV

PLRV

PVA (Virus A)

PVM (Virus M)

PVX (Virus X)

PVY (Virus Y)

PYDV (Virus)

PYVV (Virus)

TMV (Mosaico del tabaco)

Armillaria mella (Micoplasma)

NOMBRE COMÚN

Mosaico de la alfalfa.

Virus latente de los Andes.

Moteado andino.

Mosaico de pepinillo.

Mosaico deformante.

Enrollamiento, Enanismo
amarillo.

Mosaico suave.

Mosaico crespo.

Mosaico latente, leve.

Mosaico rugoso, severo.

Enanismo Amarillo.

Amarillamiento de las
nervaduras.

Mosaico del tabaco.

Punta morada, Amarilla-
miento apical, Violáceo.

DAÑOS PROVOCADOS POR OTROS FACTORES

*Contaminación ambiental	*Daños provocados por relámpagos.
*Oxidantes fotoquímicos	*Daños al follaje por bajas temperaturas.
*Gases sulfurosos	*Daños por heladas.
*Agentes químicos	*Daños al tubérculo por bajas temperaturas.
*Daños por granizo	*Daños provocados por el viento.
*Daños por altas temperaturas	*Brotamientos internos.

DEFOLIACIÓN

La época en que debe cortarse el follaje, depende de dos factores principales que son:

El primero de estos factores es el tipo de variedad que se tenga sembrada, pues hay variedades precoces de 85 a 100 días a la madurez, de 110 a 120 semitardías y de 130 a 150 tardías; ésta es una clasificación un poco arbitraria, pues hay mucha variabilidad en la época de madurez de las distintas variedades influyendo también las diferentes regiones donde se siembra la papa.

El otro factor a considerar es el objetivo de la siembra si es para producción comercial o para tubérculo semilla.

Si la siembra está destinada su venta al comercio para su consumo en fresco o su venta a la industria, el corte del follaje debe hacerse cuando un alto porcentaje de las hojas se tornan a un color amarillento o verde alimonado y que al muestrear la parcela sacando algunas plantas el mayor porcentaje de papas sean de primera, es decir; de 55 o más mm de diámetro promedio.

Cuando la siembra está destinada a la producción de tubérculo para semilla, en este caso el muestreo de las parcelas debe hacerse cuando el follaje todavía está verde, es decir antes de que se ponga amarillo. La razón de esto es que debe procurarse que el más alto porcentaje de la producción se den tubérculos que nos den el tamaño de semilla que está entre los 28 a 55 mm de diámetro promedio.

El corte de follaje debe hacerse a ras del suelo, se puede utilizar una guadaña, machete, hoz y generalmente los agricultores aquí en la región utilizan una desvaradora accionada e impulsada por un tractor.

En lugares donde se sabe que hay infestación de palomilla se aconseja sellar los surcos con un aporque para evitar el ataque de la plaga e intemperización de los tubérculos. Después del desvare se deja reposar los tubérculos por 15 ó 20 días antes de la cosecha.

El reposo después del corte de follaje es para que la cutícula del tubérculo adquiera consistencia o firmeza y se tenga una buena presentación al llevarse al mercado. En el caso de que la producción se destine para semilla certificada se recomienda usar defoliante o desecante. Como defoliante se usa Reglone (Dicuat) en una dosis de 5lt./ha.

Otro herbicida desecante ya preparado consiste en usar un preemergente 4 litros, 1 litro de emulsificante y 50 litros de diesel; esta mezcla se agregan 400 litros de agua para aplicación terrestre. En este caso a veces hay necesidad de desvarar y también debe dejarse

reposar el tubérculo en el surco de 15 a 20 días antes de la cosecha. (Pérez, 1997).

La oportuna defoliación del cultivo es esencial para una buena separación entre los tubérculos y los estolones, un correcto pegado de la cáscara, y una cosecha eficiente. Los tubérculos de plantas inmaduras o plantas recién defoliadas son muy susceptibles al despellejamiento y al daño mecánico durante la cosecha. De ser posible, se debe defoliar mínimo 2 ó, de preferencia, 3 semanas antes de la cosecha.

Las papas cultivadas para producción de semilla pueden requerir más cuidados durante la defoliación. Por ejemplo: la rebrotación de la parte aérea puede conducir a la dispersión de virus en los cultivos de papa para semilla. Por consiguiente, puede ser recomendable un tratamiento químico adicional para prevenir el ataque de pulgones.

El método defoliación química es el más utilizado, ya que es más eficiente y efectivo que los métodos mecánicos. Se debe evitar asperjar durante periodos de clima muy caliente (arriba de 27°C),

durante lluvias que pueden deslavar el producto o cuando el rocío sea pesado. Se debe asperjar de 10 a 21 días antes de la cosecha, dependiendo del material utilizado. Es necesario dar al tanque de aplicación una agitación constante.

Para prevenir el riesgo de STEM END BROWNING, padecimiento causado por una defoliación demasiado rápida, se pueden recomendar las siguientes medidas:

- No exceder la dosis máxima recomendada establecida en la etiqueta. Conforme el cultivo madura, se requiere menos cantidad de químico.
- Cuando el follaje es profuso y vigoroso y la etiqueta lo permite, usar la dosis baja en dos aplicaciones separadas de 5 a 7 días.
- Cuando las plantas están en crecimiento activo y son muy suculentas (suaves), y cuando las temperaturas son elevadas, usar un defoliante de acción retardada. (Wattsagro, 1999).

COSECHA

Después de los 15 ó 20 días de haber cortado el follaje se sacan unas papas y se les frota y si no se les desprende la cutícula es el punto y podemos cosecharlas, pues esto nos indica que la papa soportará el manejo de la cosecha y traslado del campo a los centros de consumo y a las bodegas de almacenamiento.

La cosecha se puede realizar con cosechadoras mecánicas o con arado de doble vertedora; la recolección de los tubérculos es generalmente a mano y usando arpillas para su traslado del campo a los centros de consumo o a las bodegas. (Pérez, 1997).

La prevención de las magulladuras es una de las consideraciones más importantes en una operación de cosecha bien manejada. La mancha negra y las rajaduras pueden afectar seriamente el rendimiento de papas comercializables si no se toman precauciones para reducirlas. Varios factores son importantes en el control de las magulladuras.

- **Humedad del suelo.** Una humedad apropiada del suelo al momento de la cosecha ayuda a reducir las magulladuras. El

contenido de agua de los tubérculos afecta su susceptibilidad a las magulladuras. Si el contenido de agua es bajo son más susceptibles a magulladuras por mancha negra; si es elevado, son susceptibles a las rajaduras. La combinación correcta de humedad y temperatura ayuda a minimizar ambos tipos de lesiones. Por lo general, se recomienda una humedad del suelo de 60 a 80% de capacidad de campo.

- **Temperatura del suelo.** Entre más baja sea la temperatura del suelo, más susceptibles son los tubérculos a las rajaduras, especialmente cuando la temperatura es menor de 10°C. Siempre que sea posible, se debe realizar la cosecha cuando la temperatura del suelo esté por encima de los 10°C. Los suelos son más cálidos entre las 11 a.m. y las 11 p.m. Se recomienda cosechar durante estas horas si la temperatura del suelo tiene probabilidades de caer por debajo de 10 °C durante la noche.
- **Operación de la maquinaria.** Se deben seguir las recomendaciones regionales de operación de la cosechadora para reducir daños por magulladuras. Se debe usar maquinaria que esté en buen estado, correctamente ajustada, y manejada

por un operador con experiencia de trabajo en las condiciones de la región. (Wattsagro, 1999).

EMBARQUE

Una vez que la papa ha sido empacada, se transporta hacia la central de abastos o mercados alternos.

A nivel nacional existe una elevada utilización del transporte, el de mayor uso son los camiones torton de 12 a 20 toneladas. (Elizondo, 1989).

ALMACENAMIENTO

El método de almacenamiento que busca el agricultor es aquel que le permita conservar los tubérculos almacenados con el mismo peso con el que fueron puestos en el almacén; esto significa que los

tubérculos que va a vender al sacarlos del almacén no se hayan marchitado ni tampoco cambiado su composición química.

Un buen almacenamiento significa que los tubérculos conservados deben permanecer firmes, sin marchitarse, enfermarse, ni germinar y con un contenido de azúcares reductores de 0.25% aproximadamente.

Una bodega refrigerada debe mantenerse de 4 a 6°C. Las bodegas para almacenar las papas deben ser frescas, oscuras y ventiladas. Es muy necesario proporcionar algo de humedad por medio de arpillas mojadas, distribuidas en el almacén, lo anterior se logra distribuidos por todo el almacén tanques de 200 litros llenos de agua en los que se pueden mojar las arpillas.

Este tipo de bodegas se usan mucho para conservar tubérculo para la siembra del siguiente año.

Es necesario hacerle a la bodega una serie de ventanas pequeñas en la parte baja con protección contra ratas y en la parte

alta de la bodega a prueba de insectos. En la noche se abren todas las ventanas de tal manera que al aire frío pero no congelante de las noches penetre a la bodega y en la mañana se cierran todas las ventanas y de esta forma las bodegas siempre estarán frescas; y las papas se conservarán brotando en forma muy lenta.

Es necesario evitar plagas dentro de la bodega, son muy frecuentes las palomillas y los pulgones.

Se les controla asperjando las cajas germinadoras o fumigando las bodegas con los insecticidas específicos para controlarlas. (Pérez, 1997).

Una gran parte de la producción en la mayoría de las áreas de cultivo es almacenada para el mercado fresco o para procesado durante el invierno y la primavera. Los diseños de las bodegas pueden variar, pero la mayoría de éstas en los países industrializados poseen controles para temperatura, humedad y ventilación. La ventilación es esencial durante el almacenamiento. Ayuda a remover el calor de campo, el exceso de humedad que puede condensarse

sobre los tubérculos más fríos, y el dióxido de Carbono y el calor producidos por la respiración; al mismo tiempo ayuda a proporcionar temperatura y humedad uniformes dentro del área del almacén y el Oxígeno necesario para mantener la respiración de los tubérculos. Es importante un flujo de aire uniforme a través del montón. El periodo de almacenamiento consta de tres fases: curado, enfriamiento y calentamiento.

- **Curado:** durante la primera parte del almacenamiento, se deben mantener los tubérculos a temperaturas de 10 a 13°C con una humedad relativa por encima de 95%. Estas condiciones favorecen la rápida suberización (cicatrización) de cualesquiera magulladuras o cortes ocurridos durante la cosecha, y permiten el desarrollo de la cáscara en tubérculos inmaduros. Estos procesos incrementan la resistencia de los tubérculos a las pudriciones. El uso de una temperatura de curado de 7.3°C para tubérculos que serán procesados para papas “a la francesa” o productos deshidratados, o vendidos para el mercado fresco. Para variedades que serán procesadas como papas fritas se recomienda usar temperaturas de casi 10°C para mantener

bajos niveles de azúcares. Se deben mantener los tubérculos bajo condiciones de curado por un mínimo de dos semanas. Cuando exista alto riesgo de pudrición, como con tubérculos dañados por heladas o tubérculos expuestos a tizón tardío o condiciones excesivamente húmedas durante la cosecha, se recomienda almacenar los lotes afectados por separado. Deben enfriarse y secarse tan rápido como sea posible con flujos elevados de aire no humidificado.

➤ **Enfriamiento:** Durante la mayor parte de la etapa de almacenamiento, se debe mantener a los tubérculos a la más baja temperatura posible sin afectar la calidad de mercado. Se pueden recomendar las siguientes temperaturas de enfriamiento de acuerdo al uso que se dará a las papas:

- papas fritas, de 10 a 13°C;
- papas a la francesa, de 7.3 a 10 °C;
- mercado fresco, de 4.4 a 7.3 °C;
- semilla, de 1.7 a 4.4°C.

Cuando los tubérculos son almacenados a temperatura por debajo de 7-9°C, dependiendo de la variedad, una parte del almidón se convertirá en azúcares. Entre más baja sea la

temperatura, más rápido se realizará esta conversión. La acumulación de azúcares es indeseable en las papas usadas para procesado debido a que los azúcares se “caramelizan” durante el proceso, oscureciendo el producto. Por esta razón, las papas que van para procesado como papas fritas (chips) usualmente son almacenadas a temperaturas no menores de 10°C, y las que van para papas “a la francesa” (french fries) a no menos de 7°C. Si se acumulan azúcares durante el almacenamiento, sus niveles pueden reducirse manteniendo los tubérculos a temperaturas por encima de 10°C, proceso llamado “reacondicionamiento”. Algunas variedades son menos susceptibles de acumular azúcares o son más fácilmente reacondicionadas, haciéndolas más deseables para la industria del procesado. La humedad debe mantenerse alta para cuidar a los tubérculos del secado y para evitar el desarrollo de magulladuras por presión.

- **Calentamiento:** si las temperaturas de almacenamiento fueron bajas, se reducirán las magulladuras dejando a los tubérculos calentarse a más de 10°C antes de sacarlos del almacenamiento. Debe permitirse el calor proveniente de la

respiración para calentar los tubérculos. No usar aire caliente; puede presentarse condensación sobre los tubérculos fríos, creando condiciones que favorecen la pudrición. Debe asegurarse el mantenimiento de humedad para mantener alto el contenido de humedad de los tubérculos. Los tubérculos con contenido de agua más bajo son más susceptibles a las magulladuras por mancha negra. Si se ha acumulado una cantidad excesiva de azúcares en los tubérculos que se van a usar para procesado, se puede reducir su contenido de azúcares a niveles aceptables calentándolos por arriba de los 10°C por tres semanas. Si los tubérculos para semilla más grandes van a dividirse, se recomienda calentarlos durante al menos 10 días de 10 a 13°C para incrementar su capacidad de cicatrización de las heridas.

Otras situaciones que deben considerarse para el almacenamiento de las papas son las siguientes:

- **Dormancia:** después de que las papas son cosechadas, se requiere de cierto tiempo para que los “ojos” puedan brotar. Este tiempo es llamado periodo de “dormancia”; su duración depende de la variedad y las condiciones prevalecientes durante el

crecimiento y el almacenamiento. Un clima cálido durante el desarrollo de temperaturas altas o fluctuantes durante el almacenamiento acortan el periodo de dormancia. Al final del periodo de dormancia, el “ojo” situado en el extremo más apical del tubérculo domina sobre los otros; es el único que brotará a menos que el tubérculo sea cortado en pedazos o éste brote apical sea removido. La dominancia apical se debilita con el tiempo después de que la dormancia ha terminado, hasta que eventualmente todos los “ojos” brotan. Los tubérculos para semilla generalmente son almacenados a 1.7-3.3°C de temperatura para retrasar la brotación.

- **Envejecimiento:** la respiración que se lleva a cabo durante el almacenamiento utiliza lentamente parte de las reservas de almidón que son necesarias para mantener el desarrollo de los brotes de los tubérculos-semilla plantados. También se llevan a cabo otros cambios metabólicos durante el almacenamiento, incluyendo la pérdida de la dormancia y de la dominancia apical. El efecto neto de estos cambios es un envejecimiento de los tubérculos, normalmente llamado “envejecimiento fisiológico”. No obstante, es deseable cierto envejecimiento de los tubérculos

para lograr una apropiada brotación. Los tubérculos más viejos producen más tallos y forman más tubérculos. Sin embargo, si los tubérculos son demasiado viejos, pueden producirse plantas débiles o pueden resultar desordenes en la formación de tubérculos. (Wattsagro, 1999).

GLOSARIO.

Actinomorfa: Con simetría radiada, se emplea generalmente en el caso de las flores regulares, con forma de estrella u otra.

Asexual: Reproducción vegetativa en la que obviamente no intervienen los gametos.

Autopolinización: Traslado del polen en forma natural o artificial a los estigmas de la misma flor.

Carbohidratos: Ejemplos azúcares, almidón y celulosa.

Cutícula: Capa superficial no celular que cubre la planta; segregada por la epidermis.

Diploide: Que tiene dos juegos de cromosomas. No. cromosómico $2n$.

Epicotilo: La porción del tallo del brote por encima de los cotiledones.

Esterilidad: Incapaz de reproducirse sexualmente.

Estilo: Porción del pistilo, generalmente alargada que une al estigma y el ovario en una flor a través de la cual crece el tubo del polen.

Estolones: Tallo de crecimiento horizontal que emite raíces a nivel de los nudos.

Fotoperíodo: Es el número de horas luz (u horas oscuridad) necesarias para la inducción de la floración.

Hermafrodita: (Bisexual) de una planta con flores o de una flor que posee estambres y carpelos en la misma flor.

Hipocotilo: Porción del brote en la semilla por debajo de los cotiledones.

Lóculos: Saco individual en el que se forman las semillas de algunos frutos.

Meristemos: Región localizada de la planta, con activa división celular que se origina permanentemente nuevo tejido.

Pedúnculo: Tallo de una inflorescencia.

Perianto: La envoltura floral cáliz y corola, diferenciadas o no.

Periciclo: Tejido del cilindro bascular.

Primordio Radicular: Rudimento de un órgano vegetal en los comienzos de su desarrollo.

Rizomas: Tallo modificado con nudos y entrenudos que se desarrolla en formas subterránea y generalmente horizontales.

Sexual: Reproducción que resulta de la unión de los gametos.

Termoperíodo: Respuesta de las plantas a los cambios periódicos de temperatura.

Tetraploides: Que posee cuatro veces el número haploide de cromosomas en el núcleo.

Veteadas: Variación irregular en el color de los órganos de un vegetal, tales como hojas y flores.

BIBLIOGRAFÍA.

- * AMEPA, 1989. III Congreso Nacional de Papa. Julio 13,14 y 15 1989. Toluca, Estado de México.

- * Avilés, C.J. 1999. Sistemas de Producción de Semilla. www.infoagro.go.cr/tecnología/papa/papa.htm

- * Báez, P.M. 1983. La papa (*solanum tuberosum* L.). Tesis Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- * Barreiro, P.M. 1998. Claridades Agropecuarias No.57. Papa. Ed. Abriendo Surcos. México, D.F.

- * Bayer de México. 1983. "Manual Fitosanitario de la Papa". S.A. de C.V.

- * Delorit, R.J. y Ahlgren, H.L. 1967. "Producción Agrícola". Editorial C..E.C.S.A. Séptima Edición. México, D.F.

- * Edmon, J.B. 1981. "Principios de la Horticultura". Quinta impresión. Compañía Editorial Continental, S.A.

- * García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM, México.

* GBM, 2000. Papa. Folleto del Grupo Bioquímico Mexicano.
www.gbm.com

* Gorden, R.H. y John, A.B. 1984. "Horticultura" AGT Editor, S.A.

* Guía del Cultivo de Papa. 2001. Cultivo de Papa a Mountain Valley produce – Agricultor y Empaquetadora de Papas del Mercado Fresca, Semilla de Papa Certificada. Lechuga, Alfalfa and Granos Basicos.
www.mvpseed.com/papaguia.html

* Hernandez, O.R.M. 1991. Duración de las Etapas Fenológicas de la Papa (*Solanum Tuberosum* L.) en la Región Agrícola de Navidad, N.L. en Relación con las Unidades Calor y Fototérmicas. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

* Lino, S.C. 1997. Sistemas de Producción de Papa en el Sureste de Coahuila y Suroeste de N.L. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

* Montaldo, A. 1984. "Cultivo y Mejoramiento de la Papa". Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica.

* Morales, T.C. 1995. Papa Investigación Documental Acerca de las Características y Tendencias de su Producción y Comercio. Ciudad de México, D.F.

* Papa, 1999. Manejo de Papa.
www.wattsagro.com.mx/hortmarket/gtecpap.html

* Pérez, U.G. 1997. Guía Técnica Para el Cultivo de LA PAPA. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

* Ramos, C.P. 1991. Diagnostico Sobre el Cultivo de la Papa (Solanum Tuberosum L.) en el Área de Influencia de la UAAAN. Monografía UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

* Robles, S.R. 1990. Terminología genética y fitogenética. Cuarta Edición. Ed. Trillas. México, D.F.

* Van der Zaag, D.E. 1978. La Patata y su Cultivo en los Países Bajos. Segunda Edición. Bezuidenhoutseweg 73,2594 AC. La Haya.

* Van der Zaag, D.E. 1990. Potatoes and Their Cultivations in the Netherlands. Published Jointly by the Netherlands Potato Consultative Institute. Postbus 17337, 2502 CH Den Haag.

* Villarreal, D.E. 2001. Información Personal. Productor de papa.