



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA  
Y GANADERIA

"RESPUESTA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA"

TESIS

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Mario Machado Mendivil

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Agosto de 1975

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	20
RESULTADOS.....	24
DISCUSION.....	26
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	28
BIBLIOGRAFIA.....	30



### INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. ....	23
Cuadro 2. Rendimiento total de los tratamientos expresado en Kg.....	24
Cuadro 3. Kilogramos de papa por repetición, producción promedio y producción por hectárea de los tratamientos.....	25



## INTRODUCCION

Tomando en consideración el gran incremento de la población mundial y por lo tanto las mayores necesidades de productos alimenticios, se han hecho incontables experimentos tendientes a aumentar el rendimiento de cultivos cuyo producto es aprovechado en la alimentación humana. Uno de estos cultivos es la papa (Solanum spp.), el cual es una hortaliza que tiene mucha demanda en el mercado mundial debido a su buen sabor y gran valor alimenticio.

El cultivo de la papa en la costa de Hermosillo se ha intentado en baja escala con relativo éxito, desconociéndose los factores adecuados para una producción óptima, tales como densidad de siembra, fecha de siembra, variedades, fertilización y riegos.

La determinación de las necesidades nutricionales de los cultivos hortícolas dentro de las condiciones de nuestra región forma parte de los estudios necesarios para lograr rendimientos satisfactorios; por lo cual la Universidad de Sonora a través de la Escuela de Agricultura y Ganadería, ha estado realizando una serie de trabajos tendientes a adquirir conocimientos en este aspecto.

El presente trabajo forma parte de estos estudios y tiene como fin tratar de conocer la respuesta en cuanto a producción pueda tener la papa a diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica.



## LITERATURA REVISADA

La papa y el maíz son los máximos contribuyentes del nuevo mundo al abastecimiento de alimentos para la humanidad. Perú parece ser el lugar de origen de la papa; sin embargo algunos expertos opinan que también es nativa de México. La papa tuvo poca importancia como cultivo antes de la afluencia de inmigrantes presbiterianos a Irlanda en 1718, alcanzó sus máximos ímpetus en América, inmediatamente después en 1846, año en que el tizón tardío destruyó los cultivos de papa en Irlanda causando escasez (11).

La papa pertenece a la familia Solanaceae, es un cultivo anual, dicotiledonea, con tallo aéreo que puede presentar hábitos desde erectos hasta rastreros, pudiendo tener o no coloraciones rojizas o violáceas debido a un pigmento denominado antocianina; las hojas son compuestas, el color de la flor es característico de la variedad y se puede encontrar desde el blanco puro hasta el púrpura o violeta. El tubérculo es un abultamiento que se forma en el extremo de una ramificación subterránea del tallo llamada estolón y ocasionalmente a lo largo del mismo (16).

Los países productores de papa, en orden descendente, son: Rusia, Polonia, Alemania Occidental, Francia, Estados Unidos, Inglaterra, España, Holanda, Italia y Japón.



A grandes rasgos puede decirse que las variedades antiguas tienen mayores facultades de adaptación al medio que las variedades más recientes y que las nuevas obtenidas. Estas últimas son mucho más exigentes en los cuidados respecto a las condiciones ambientales, y es propiamente ésta la razón por lo que la mayoría de las variedades puestas al comercio en los últimos tiempos representan siempre una incógnita desde el punto de vista cultural y agronómico. Se requieren siempre algunos años para poder juzgar sobre la posibilidad de una ambientación favorable o no de estas variedades. Hecha esta debida premisa, puede decirse en líneas generales, que la papa prospera en ambientes frescos, sufre en condiciones cálidas y no soporta las heladas. Las condiciones ambientales del centro y norte de Europa, son indudablemente las más adecuadas, lo cual queda confirmado por la mayor expansión de este cultivo en dichos lugares. La temperatura muy elevada, la humedad relativa baja, la ausencia de precipitaciones atmosféricas y una evidente constante térmica elevada (o sea sin alternancia, por ejemplo con temperaturas nocturnas bajas), son las condiciones climáticas más adversas para un eficiente cultivo. Los cambios de gases se deben a los procesos fundamentales de todos los vegetales; la respiración, la transpiración y la función clorofílica. En cuanto a la respiración, la papa es extraordinariamente sensible a la aireación (oxigenación) insuficiente del terreno. En cuanto



a la transpiración, investigaciones recientes han puesto en claro ciertos criterios de economía energética. Una transpiración excesiva significa un desperdicio de energía con el consiguiente descenso en la producción. La transpiración se efectúa principalmente por los estomas y también por la cutícula. De la función clorofílica sabemos que se realiza mientras hay hojas verdes dentro de ciertos límites de temperatura. Así se forma el primer producto orgánico visible que es el almidón ( $C_6 H_{10} O_5$ ); el almidón de la papa denominado fécula, es almidón prácticamente puro. Esta formación de almidón tiene lugar en el día durante las horas de luz. Después es solubilizado y transportado a través de los vasos cribosos por la sabia descendente y depositado en forma sólida (almidón) en el tubérculo (7).

Los factores que influyen en el rendimiento son los siguientes: la temperatura de almacenamiento de la semilla, fecha de la cosecha, daños que sufren los brotes en el manejo, profundidad y distancia de plantación. El pH del suelo aunque no afecta el rendimiento, determina la incidencia de la roña de la papa (Streptomyces scabies), además de que influye en la absorción de micronutrientes, principalmente Fe, Mn y Zn. Para evaluar la calidad de la papa se toma en cuenta su densidad o sea el contenido total de sólidos (13).

Uno de los requisitos fundamentales para la producción de papa es el drenaje del suelo. Las papas no pue-



den soportar un suelo constantemente húmedo. Después de un corto período de inundación empiezan a morir las raíces. Existen otras dos razones de importancia para que haya que producir las papas en suelos bién drenados. Suele usarse equipo pesado para sembrar, cultivar y dar tratamientos contra las enfermedades. Todas estas operaciones tienen que llevarse a cabo con mucha oportunidad. Si el suelo está demasiado húmedo, puede comprimirse en exceso, o bién hay que esperar algún tiempo y retrasar el trabajo. Es necesario que el suelo esté bién drenado para arrancar los tubérculos en el momento oportuno. En las áreas situadas al Este del Río Mississippi se cultivan la mayor parte de las papas en suelos de migajón limoso, migajón arenoso y orgánicos o de turba. En las regiones menos lluviosas, como el Valle del Río Rojo, en Minnesota y Dakota del Norte, se pueden producir papas en migajones arcillosos y arcillas pesadas siempre que tengan buena estructura. Las papas necesitan mucha agua, en los suelos naturalmente secos no se pueden producir papas sin riego. En las regiones donde prevalece la roña de la papa, conviene mantener el pH del suelo entre 4.8 y 5.2. Cuando el pH baja de 4.8 el rendimiento baja también. Si se deja que el pH suba de 5.2 hay mas peligro de que los tubérculos estén afectados de roña. Es ésta una buena norma general que debe tomarse en cuenta, aún cuando algunos agricultores producen papa de buena calidad en suelos cuyo pH está fuera del márgen de 4.8 a 5.2. Los ataques de roña suelen



ser más intensos cuando el pH está comprendido entre 5.2 y 7.0. Cuando el pH es mayor de 7.0, el organismo del suelo que produce la roña no puede vivir bien, al parecer. Los agricultores cuyos suelos tienen un pH mayor de 5.2 suelen mezclar de 45 a 90 kg. de azufre con cada tonelada de fertilizante. El azufre no evita la roña durante el primer año, porque no llega a la zona del suelo donde se forman los tubérculos, y además, porque necesita cierto tiempo para transformarse en ácido sulfúrico. Otro modo de acidificar el suelo es usando un fertilizante que tenga una alta acidez residual y no un fertilizante básico (17).

La composición del tubérculo de papa según Hayduck es la siguiente: materia seca 15 - 36 %, almidón (fécula) 10 - 30 %, azúcares 0 - 5 %, proteínas y aminoácidos 0.6 - 3.5 %, lípidos (grasas) 0.1 % y minerales 0.6 - 1.1 %. Además también hay pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, celulosa, solanina (que es un glucósido venenoso) y vitamina C, además de algunas vitaminas del complejo B (7).

En Estados Unidos existen dos industrias comerciales un poco distintas; una de ellas consiste en que la papa es cosechada cuando está completamente madura y es puesta en almacenamiento para abastecer al mercado en el invierno y a principios de la primavera; la otra consiste en que la papa es cosechada cuando todavía no está fisiológicamente madura y es preparada y mandada directamente



al mercado. Por eso muchas regiones del país abastecen al público consumidor con este importante vegetal durante todo el año (5).

Las necesidades de la papa de los diferentes elementos nutrientes, son casi las mismas que tienen las otras plantas cultivadas, pero esto no necesariamente implica que la papa requiera un determinado elemento en la misma cantidad que las otras plantas. La papa puede no tener una necesidad tan grande de ciertos elementos como los otros cultivos. Tomemos por ejemplo el elemento boro. Algunos cultivos incluyendo apio, coliflor, nabo y remolacha azucarera, parecen ser mucho mas susceptibles a las deficiencias de boro que la papa. La gran respuesta de la coliflor a boro, ha sido usada para asegurar si una deficiencia de boro puede ser detectada en el cultivo de papa. Una deficiencia de nitrógeno aprovechable es un factor limitante en el desarrollo de la planta de papa, quizá mas que la de cualquier otro elemento esencial. Algunas fuentes de nitrógeno, estiércol, fertilizantes comerciales, abonos verdes o una combinación de éstos, son casi siempre utilizados en la producción de papa comercial, excepto posiblemente en suelos orgánicos. En Virginia una hectárea de papa, utilizó menos de 7 kg. de N durante los primeros 50 días después de la siembra, medido en la parte aérea de la planta. Durante los siguientes 10 días la absorción de nitrógeno promedio fue de un kg. por día y durante los siguientes 20 días ésta



fue de 2 kg. por día. Después de los 80 días, hasta el final del ciclo vegetativo, ocurrió una transferencia gradual de nitrógeno del follaje al tubérculo. La reacción de la papa a deficiencias de nitrógeno es similar a la de muchos otros cultivos. El desarrollo de la planta entera es restringido de acuerdo con el grado de deficiencia y esta condición de achaparramiento se refleja en una baja en el rendimiento y una pobre calidad de los tubérculos. La planta cambia de un color verde claro a un color verde amarillento. En estados avanzados, los márgenes de los folíolos mas bajos pierden su clorofila, el color cambia gradualmente a un amarillo pálido y algunas veces las hojas mueren y caen. La deficiencia de nitrógeno está usualmente asociada con suelos arenosos, baja en materia orgánica y bastante ácidos como para interferir con la nitrificación. La absorción de fósforo durante el desarrollo del cultivo está relacionado fuertemente con la de nitrógeno, pero la máxima cantidad de fósforo absorbida, es alrededor de una sexta parte que la de nitrógeno. Al momento en que las plantas alcanzan su máximo desarrollo, cerca del 50 al 75 % del fósforo ha sido conducido a los tubérculos. Un abastecimiento de fósforo inadecuado, causa generalmente pronunciadas reacciones en el desarrollo. Las plantas son mas pequeñas que lo normal, un poco delgadas y definitivo retraso en el desarrollo, particularmente a principios del mismo. En siembras de papa en suelos deficientes en fósforo se



pueden producir tubérculos con lesiones de color café rojizo en la pulpa en forma de manchas aisladas, que algunas veces se juntan para producir áreas decoloradas mas grandes. Las manchas aparecen entre la corteza o área exterior y la médula o área central y puede cruzar el anillo circular, situado entre esas dos regiones. Generalmente la médula es afectada con más frecuencia que la corteza. Las manchas varían de tamaño de uno a 2.5 cm. de diámetro, por lo que son escasamente visibles, además varían en número. Si el cultivo es levemente afectado, únicamente una sola mancha pequeña puede estar manifiesta en el tubérculo; si es muy afectado, las lesiones pueden ocupar mas de la mitad del volumen del tubérculo.

En la apariencia externa generalmente no hay distinción entre los tubérculos normales y los afectados. Raramente aparecen manchas tan cercanas a la superficie que puedan ser vistas sin cortar el tubérculo. Cuando estas papas se cocen las áreas afectadas quedan duras, masas decoloradas en el tejido blando. Cuando las plantas de papa son cultivadas en arena o cultivo hidropónicos con soluciones deficientes en fósforo, las márgenes de los pecíolos y folíolos se tuercen hacia arriba. Los folíolos son mas pequeños y oscuros que lo normal y las plantas son un poco rígidas. Las deficiencias de fósforo se presentan en un extenso rango de tipos de suelo. En suelos pesados, por la fijación, que hace que el fósforo esté en la forma no disponible; en suelos livianos por el na-



tural bajo contenido de fósforo y en ambos tipos por la extracción del cultivo. La falta de fósforo disponible puede ser detectada mejor por bajo rendimiento y mala calidad que en los síntomas característicos del follaje, pero estos síntomas se manifestarán mejor, donde se siguen prácticas de cultivos continuos sin aplicación de fósforo. La planta de papa debe tener un continuo abastecimiento de potasio para su desarrollo normal. Cuando existe una deficiencia el crecimiento de la planta es primero retardado y finalmente detenido, y los entrenudos son un poco acortados, lo cual da a la planta una apariencia compacta. Las hojas son reducidas en tamaño, debido a un arreglo angosto de los folíolos, los cuales forman un ángulo agudo con el pecíolo de las hojas. Los folíolos pierden la uniformidad de su superficie, arrugándose y curvándose hacia abajo. La apariencia temprana anormal del follaje de un color verde oscuro, es uno de los síntomas más seguros de deficiencia de potasio. Después las hojas viejas se ponen amarillentas y se desarrolla un color café o bronceado que empieza de la punta de las hojas afectando gradualmente la hoja entera hasta que finalmente muere (1).

La papa es un cultivo muy exigente en elementos nutritivos. En muchas regiones del este de los Estados Unidos los agricultores aplican de 2,200 a 3,300 kg. de fertilizante por Ha. Esto proporciona dados los abonos que se usan, 110 kg. por lo menos de nitrógeno, 220 kg. de



fósforo ( $P_2 O_5$ ) y otros tantos de potasio ( $K_2O$ ), cada año. En el medio oeste las dosis son más reducidas. Las relaciones fertilizantes más usadas durante muchos años, han sido las 1-2-2 y 1-2-3, produciéndose una acumulación de fósforo y de potasio en el suelo, cuando se han usado en muchos años consecutivos. Ciertas investigaciones han probado y muchos agricultores lo han confirmado, que es más económico usar una relación de 1-1-1. En las regiones orientales de Estados Unidos, donde producen papas, suele ser necesario aplicar magnesio, además de N-P-K. Hay dos modos de proporcionar magnesio:

1. Utilizando un fertilizante que contenga por lo menos 18 kg. de Magnesio soluble al agua por tonelada ó 2. Agregando unos 1,250 kg. de caliza dolomítica por Ha. Si se tiene que agregar caliza mas de una vez, cada 3 ó 4 años, puede suceder que se eleve el pH mas de lo conveniente para las papas. El mejor lugar para colocar el fertilizante es de 2.5 a 5.0 cm. de la semilla y a igual distancia por abajo de ella. Se puede poner la mayor parte del fertilizante al momento de plantar. El fertilizante no perjudica a los tubérculos cuando se coloca en la forma descrita. Está muy generalizada la costumbre de aplicar una cantidad complementaria de nitrógeno al cultivo en pié. Cuando en la explotación agrícola se producen a la vez papas y ganado se puede usar con ventaja el estiércol para la producción de papa. Conviene aplicar el estiércol en el año anterior a la siembra. El estiércol



fresco suele favorecer el ataque de la roña. Los síntomas de deficiencia en elementos nutritivos no son tan específicos como en algunos otros cultivos. Una escasez de nitrógeno produce plantas mal desarrolladas y de color verde pálido. La falta de fósforo determina plantas delgadas y altas y de desarrollo lento. Así como madurez desuniforme. Una deficiencia de potasio se manifiesta inicialmente por hojas de color verde extremadamente oscuro. Mas tarde las hojas inferiores pueden ponerse amarillas o secarse por los bordes. En este momento las hojas inferiores, están muy afectadas, pero las superiores pueden tener aspecto totalmente sano. Si la deficiencia es grave, muere pronto toda la planta. Hay que examinar las plantas cuidadosamente para distinguir la deficiencia de potasio, de la enfermedad llamada tizón temprano. La deficiencia de magnesio se está haciendo común en la zona donde se producen papas en suelos fuertemente ácidos. Las hojas inferiores toman un color claro especialmente entre las nervaduras. En cada hoja individual es el folíolo terminal el más afectado. Mas tarde, las hojas mas inferiores pueden estar amarillas y quebradizas. Los síntomas de las hojas inferiores empiezan a manifestarse en la punta y avanzan hacia la base. La escasez de manganeso se manifiesta por un color verde pálido entre las nervaduras de las hojas igual que en el caso de deficiencia de magnesio, con la diferencia de que en la primera aparecen afectadas las hojas jóvenes



de la parte superior de la planta y la deficiencia de magnesio se manifiesta primero en la hoja mas inferior (17).

En estudios llevados a cabo en suelos arcillo-arenosos en la India, para buscar la respuesta de la papa a aplicaciones de N, P y K, se observó que el elemento más importante que afectó los caracteres de la planta fue el nitrógeno, el fósforo también influyó en el desarrollo de la planta y del tubérculo, aunque no demasiado, mientras que el potasio fue de una importancia secundaria. El nitrógeno contribuyó principalmente a aumentar el rendimiento a través del aumento en peso de los tubérculos (4).

En pruebas con fuentes de nitrógeno, los rendimientos cuando se aplicó sulfato de amonio fueron significativamente mas altos que cuando se fertilizó con urea (14).

Russet trabajando con la variedad Burbank, encontró ecuaciones lineales para estimar la cantidad de N, P, K, Ca, Mg y S, que es removida del suelo como una función de rendimiento. Las ecuaciones fueron obtenidas por medio de análisis químico de papas que se cultivaron con diferentes dosis y tipos de fertilizantes, durante 1966-1969 en Washington. El porcentaje de elementos minerales en la composición química de los tubérculos, permaneció relativamente uniforme en las diferentes dosis y tipos de fertilizantes. El coeficiente de correlación de la composición química de la parte aérea con la de los tubérculos,



fue bajo cuando ese valor se relacionó en rendimiento del follaje. El valor relativo del coeficiente de correlación de elementos con el rendimiento de los tubérculos fue de 0.9 ó mayor. Sabiendo que los tubérculos de papa de las variedades comunes son relativamente constantes en su composición química, los resultados de estos experimentos pueden ser aprovechados en determinar la cantidad de fertilizante necesario para obtener buen rendimiento en el cultivo de papa y determinar la cantidad de nutrientes removidos del suelo. Factores que modifican la capacidad de rendimiento también modifican la cantidad de nutrientes removidos del suelo y por lo tanto modifican grandemente la composición de elementos minerales. Exceso de nutrientes especialmente nitrógeno, pueden incrementar el rendimiento de los tubérculos (10).

En Alaska se hicieron experimentos durante 3 años con 11 dosis de nitrógeno para determinar efectos en la producción y composición química de la papa. Se observó una reducción en el tamaño y un descenso en el vigor de la planta en las hileras en donde la aplicación en nitrógeno excedió de 150 Kg./Ha. La materia seca del follaje disminuyó en 2 años con dosis altas de nitrógeno. La materia seca del tubérculo decreció un año con dosis mayores de 100 Kg. de N/Ha. El rendimiento de tubérculos y materia seca, fue mas alto en 2 años, con aplicaciones en banda de fertilizantes en dosis de 40-50 Kg. de N/Ha. Cuando la aplicación fue total, el rendimiento del tubércu



lo y materia seca se incrementó año con año a medida que se fue aumentando la dosis de nitrógeno hasta llegar a 160 Kg./Ha. Cantidades grandes de nitrógeno tendieron a incrementar el nitrógeno en el follaje y en los tubérculos, pero bajaron al Ca, Mg, Al y B en el follaje. Aplicaciones totales de fertilizantes fueron comparadas con aplicaciones en banda, observándose en las primeras que aumentó el Ca, Mg, Al, B y Fe en el follaje (12).

No obstante que está generalmente reconocido que el cloro puede reducir la asimilación de nitratos por la planta, poco se conoce acerca de los efectos del cloro o del balance de cationes-aniones en las fracciones de nitrógeno en la planta. Los efectos de rangos de fertilización de N, K y Cl y las interacciones de estos elementos sobre el nitrógeno total, nitrógeno nítrico y nitrógeno de las proteínas en papa fueron estudiados en invernadero para proporcionar una base para evaluar por medio de análisis químicos su influencia en el nivel de nitrógeno en las plantas. La concentración y la cantidad de nitrógeno total, nitrógeno nítrico y nitrógeno proteico fueron significativamente incrementados por rangos de nitrógeno hasta 200 p.p.m. La asimilación de nitrógeno total, fue incrementada por fertilización con potasio, pero las concentraciones de nitrógeno nítrico y nitrógeno proteico fueron disminuidas por efectos de dilución en el aumento de crecimiento. La aplicación de 150 a 200 p.p.m. de cloro, bajó la cantidad de nitrógeno total y



de nitrógeno nítrico en el ápice, pero no afectó la cantidad de nitrógeno proteico. En este experimento se concluye que el cloruro puede competir con la asimilación de nitratos, pero aparentemente no interfiere en la conversión de nitrógeno a proteína. Por su influencia en el balance de cationes-aniones un elevado contenido de cloruros, puede ocasionar una baja en el contenido de los nitratos de la planta, aún cuando la planta sea adecuadamente abastecida de nitrógeno (15).

Aunque fueron encontrados efectos estadísticos significativos de N-P-K en el color de los tubérculos de papa, éstos fueron pequeños y sin importancia comercial. El efecto mayor de sobre-fertilización fue en la densidad de los tubérculos. Como consecuencia del incremento de aplicación en fertilizante la densidad muchas veces decrece, lo cual reduce la cantidad de producto procesado por unidad de producto fresco. Puesto que en la elaboración de papa procesada se prefiere alta densidad específica de los tubérculos, tal vez convenga desarrollar variedades de papa específicamente para el proceso industrial (9).

En un experimento efectuado para evaluar los efectos de fertilización nitrogenada en la concentración de amino-ácidos en el tubérculo de papa, se observó que el total de amino-ácidos activos fue el doble cuando la dosis de nitrógeno fue incrementándose de 40 a 300 Kg./Ha., pero el 62 % de ese aumento se registró con el primer in



cremento en la dosis de nitrógeno. La respuesta de los amino-ácidos en forma individual varió considerablemente. Los amino-ácidos pueden ser agrupados de acuerdo a su respuesta a varios niveles de fertilización nitrogenada. Tirosina y fenilalanina dos de los amino-ácidos aromáticos tienen poca o ninguna respuesta a incrementos de nitrógeno. El tercer aminoácido aromático el triptófano no parece caer dentro de esta categoría, porque aumentó varias veces su concentración con el incremento de nitrógeno (8).

La variedad de papa Kennebec fue expuesta a inóculos de Alternaria solani durante 1970 y 1971, para determinar los efectos de diferentes dosis de nitrógeno y fósforo en la incidencia de tizón temprano. Nitrógeno en dosis altas y fósforo en dosis bajas, ambos tratamientos por separado, redujeron significativamente la incidencia de tizón temprano y la combinación de dosis altas de nitrógeno con dosis bajas de fósforo, dió consecuentemente la mas baja incidencia de la enfermedad durante los 2 años. Los resultados sugieren que la causa de que esta combinación de nutrientes dé resistencia a la planta al tizón temprano, puede ser la prolongación del período meristemático que ocasionan, lo cual permite a la planta protegerse de la infección. Los resultados de producción indicaron que hubo también gran diferencia de rendimiento entre la fertilización para el control óptimo de tizón temprano y la fertilización para la obtención de



rendimiento óptimo. El tratamiento de fertilización con la fórmula 120 - 240 - 120 dió los mas altos rendimientos. En la práctica la papa se fertiliza para obtener un óptimo rendimiento y una razonable densidad y el tizón temprano se controla con la aplicación de fungicidas y medidas sanitarias (2).

Se estudió la influencia de dos temperaturas en el suelo (5 y 20° C.) en el desarrollo de la planta de papa, rendimiento del tubérculo y morfología de la planta. Una baja en la temperatura del suelo aceleró la iniciación de la formación del tubérculo. Análisis de diversos minerales mostraron que la proporción de manganeso en la raíz fue de 0.42 % a 5° C y de 2.84 % a 29° C. A 5° C se restringió la proliferación y el desarrollo del xilema de las raíces, mientras que a 29° C el xilema desarrolló grandemente. Este hecho sugiere que hay una relación entre el balance de asimilación y la iniciación de tubérculo. La concentración de fósforo en la raíz, fue mas alta que en el ápice en las dos temperaturas (6).

Con el propósito de determinar si la aplicación de micronutrientes, con la aplicación de niveles altos de nitrógeno y niveles adecuados de fósforo y potasio, tiene alguna influencia en el rendimiento de la papa, se efectuó un experimento con dos niveles de micronutrientes, dos niveles de fósforo y dos de potasio. Dicho experimento se hizo en bloques completamente al azar con 4 repeticiones; todas las parcelas fueron fertilizadas con 320 Kg.



de N/Ha., aplicados la mitad al momento de la siembra y la otra mitad a los 30 días de la nacencia. Los resultados obtenidos indican que bajo condiciones experimentales, los micronutrientes no tienen ninguna influencia en el rendimiento de la papa. La aplicación de 80 Kg. de fósforo con 320 Kg. de N/Ha., aumentó considerablemente el rendimiento comparado con el uso de dicha dosis de nitrógeno sin el complemento del fósforo. Al emplear una proporción de 320 Kg. de N/Ha. resultó ser adecuado un nivel de potasio de 80 Kg./Ha. (3).



## MATERIAL Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en el Km. 21 de la Carretera a Bahía Kino. El suelo donde se estableció el experimento tenía las siguientes características: Textura migajón arenoso, porcentaje de saturación 22, pH 7.5, conductividad eléctrica 1.4 mmhos. por cm., materia orgánica 0.2 %, nitrógeno (N-NO<sub>3</sub>) 5 p.p.m., y fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 100 p.p.m.

El diseño utilizado fue; bloques al azar con 16 tratamientos y 3 repeticiones, o sea que en total fueron 48 parcelas. La parcela real fue de 10 X 4.6 m. con 5 surcos separados a 92 cm.; para la parcela útil eliminaron 2 m. de cada cabecera y los surcos de la orilla, o sea que quedó de 6 m. de largo X 2.76 m. de ancho (16.56 m<sup>2</sup>) con 3 surcos cada uno.

Los niveles de fertilizante usados fueron 0,40,80 y 120 Kg. de N/Ha. y 0,30,60 y 90 Kg. de P/Ha. Los tratamientos quedaron como se observa en el Cuadro 1.

Se usó como fuente de nitrógeno la urea (46-0-0) y como fuente de fósforo el superfosfato triple (0-46-0).

La preparación del terreno se hizo por medio de barbecho y rastreo cruzado. La siembra se efectuó en surco y a punto de humedad, la densidad de siembra fue de 2,600 Kg./Ha., con tubérculos-semilla de 40 a 60 grs. con una



separación de 5 cm. entre plantas. La variedad de semilla utilizada fue la White-Rose. La fecha de siembra fue el 3 de febrero de 1972 y la nacencia se observó el 25 del mismo mes.

Se efectuaron 9 riegos durante el ciclo que duró 122 días, los cuales se aplicaron como sigue:

R I E G O S	INTERVALOS	LAMINA
1 Riego de presiembra	-	20 cm.
2 1er. Riego de auxilio	30 días	15 cm.
3 2do. Riego de auxilio	20 días	15 cm.
4 3er. Riego de auxilio	20 días	15 cm.
5 4to. Riego de auxilio	15 días	15 cm.
6 5to. Riego de auxilio	13 días	10 cm.
7 6to. Riego de auxilio	18 días	10 cm.
8 7mo. Riego de auxilio	12 días	10 cm.
9 8vo. Riego de auxilio	10 días	10 cm.
	Lámina total:	120 cm.

El riego de presiembra se aplicó el 15 de enero de 1972, por lo general el cultivo se vió libre de plagas y enfermedades durante todo el ciclo; sólo se hizo una aplicación contra pulgón con Roxión (O,O Dimethyl S-(N-methyl carbamoylmethyl) phosphoradithioate) en dosis de 1 lt./Ha. a los 20 días de la nacencia. La semilla se trató con una solución de 0.5 Kg. de Captan (cis-N-(Trichloromethyl thio)-4-cyclohexene-1,2-dicarboximide) por cada 100 Kg. de semilla, en agua suficiente para cubrirla bien, para



prevenir principalmente la enfermedad llamada tizón temprano causada por el hongo Alternaria colani. La cosecha se efectuó el día 6 de junio de 1972, después de que la planta se había marchitado completamente lo cual sucedió 10 días antes. Se hicieron 6 deshierbes en el ciclo.



Cuadro 1.

## A

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0 N	120 N	0 N	120 N	40 N	40 N	80 N	0 N
90 P	60 P	30 P	90 P	60 P	90 P	90 P	60 P
IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
80 N	120 N	120 N	80 N	80 N	40 N	40 N	0 N
0 P	0 P	30 P	30 P	60 P	30 P	0 P	0 P

## B

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0 N	0 N	40 N	120 N	120 N	80 N	0 N	40 N
60 P	0 P	90 P	80 P	0 P	60 P	90 P	60 P
IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
120 N	40 N	80 N	120 N	80 N	40 N	0 N	80 N
90 P	30 P	90 P	60 P	0 P	0 P	30 P	30 P

## C

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
40 N	80 N	0 N	40 N	0 N	120 N	80 N	80 N
90 P	30 P	0 P	60 P	30 P	90 P	60 P	0 P
IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
120 N	120 N	0 N	80 N	120 N	0 N	40 N	40 N
0 P	30 P	90 P	90 P	60 P	60 P	30 P	0 P



## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se indican en los Cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Rendimiento total de los tratamientos expresado en Kg.

T r a t a m i e n t o	N		P	Producción total
A	0	0		98.721
B	0	30		105.786
C	0	60		107.437
D	0	90		95.074
E	40	0		106.358
F	40	30		102.036
G	40	60		107.909
H	40	90		118.385
I	80	90		105.859
J	80	30		104.305
K	80	60		121.210
L	80	90		106.273
M	120	0		122.717
N	120	30		107.817
O	120	60		118.765
P	120	90		103.880



Cuadro 3. Kilogramos de papa por repetición, producción promedio y producción por hectárea de los tratamientos.

Tratamiento		Repeticiones			Promedio	Producción por Ha.
N	P	I	II	III		
0	0	34.221	31.290	33.210	32.907	20,313
0	30	34.425	32.222	39.139	35.262	21,767
0	60	32.347	36.865	38.225	35.812	22,106
0	90	29.436	34.388	31.250	31.691	19,562
40	0	32.468	33.415	40.475	35.452	21,884
40	30	33.450	35.410	33.216	45.025	20,995
40	60	35.475	46.189	26.245	35.969	22,203
40	90	38.460	39.100	40.825	39.461	24,359
80	0	36.850	28.219	40.790	35.286	21,782
80	30	33.105	34.710	36.490	34.768	21,462
80	60	42.300	32.446	46.465	40.403	24,940
80	90	35.480	35.408	35.383	35.424	21,859
120	0	40.200	43.620	38.897	40.905	25,250
120	30	38.607	34.800	34.410	35.939	22,184
120	60	39.330	39.230	40.205	39.588	24,437
120	90	35.250	31.450	37.180	34.626	21,374

Con estos datos se efectuó el análisis de varianza no encontrándose diferencia significativa para el factor tratamientos ni para el factor bloques, tampoco se encontró diferencia significativa para las dosis de N, las dosis de P ni para las interacciones entre ellos.



## DISCUSION

Los tratamientos comparados en el presente trabajo experimental no presentan diferencias significativas por lo que se considera que todas las dosis utilizadas de nitrógeno y fósforo, así como la interacción entre esos elementos no influyeron en los rendimientos del cultivo, atribuyéndose las diferencias en peso de los tratamientos originales a factores ajenos a la fertilización como podría ser la humedad del suelo al momento de la siembra, la fertilidad natural y características del suelo donde se estableció el experimento.

El Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO) y el Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa (CIAS) no tienen ningún estudio en relación con fertilización en cultivo de papa; tampoco en la Escuela de Agricultura de la Unison, se había hecho antes un trabajo sobre esto.

En un experimento realizado en Washington, se encontró bastante respuesta a aplicaciones de nitrógeno y fósforo, concluyéndose que la mejor dosis fue de 320 Kg. de nitrógeno mas 80 Kg. fósforo; en la India, se encontró gran respuesta de la papa a aplicación de nitrógeno, pero poca respuesta al fósforo. Sin embargo dichos estudios no nos pueden servir de base por las condiciones ecológicas y agronómicas tan distintas que hay de esas regiones de la nuestra, por lo que es imprescindible es-



tablecer nuestros propios experimentos.



## RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora durante el ciclo agrícola 1971-1972, con el fin de encontrar si existe influencia del nitrógeno y el fósforo en la producción de papa, así como determinar las dosis óptimas.

El diseño experimental fue bloques al azar con 16 tratamientos los cuales se obtuvieron combinando 4 dosis de nitrógeno (0,40,80 y 120 Kg./Ha.) con 4 dosis de fósforo (0,30,60 y 90). Se hicieron 3 repeticiones lo que dió como resultado 48 parcelas cuya superficie fue de 46 m<sup>2</sup>. (10 X 4.6 m.) con 5 surcos cada una a 92 cm. de separación. Para la parcela útil, se tomaron los 3 surcos del centro a los cuales se les eliminó 2 m. de cada extremo, quedando dicha parcela con una superficie de 16.5 m<sup>2</sup>.

Para la siembra se partieron papas enteras procurando que quedaran de 2 a 3 yemas en cada tubérculo-semilla, dejándose 3 días para que se secase la parte por donde se hizo el corte y tratándose antes de la siembra con Captan para prevención de enfermedades fungosas.

La variedad utilizada fue White Rose con una densidad de 2,600 Kg./Ha. con tubérculos-semilla de 40 grs. de peso promedio, sembrándose a una separación de 15 cm.

La aplicación de fertilizante se hizo a mano, procu-



rando que éste quedara a una profundidad de 5 cm. y a un lado de la semilla.

Según datos proporcionados por la interpretación estadística de los diferentes tratamientos se concluye que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, considerando que todos fueron estadísticamente iguales, por lo tanto y tomando en cuenta además la falta de información que existe sobre fertilización del cultivo de papa en la región, se recomienda experimentar más sobre ello aumentando los niveles de fertilizante, cuando menos hasta 200 Kg. de nitrógeno y 150 Kg. de fósforo por hectárea.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY AND THE NACIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. Hunger signs in crops. Washington D. C. p. 107. 1949.
- 2) BARCLAY, M. G. et al. Effects of differential rates of nitrogen and phosphorus on early blight in potatoes Amer. Pot. Jour. 50 (2): 42. 1973.
- 3) BERNAL, P. S. Influence of micronutrients on growth and yields of potatoes. Amer pot. Jour. 44 (10): 363. 1967.
- 4) BERNAL, P. S. Correlation among applied nitrogen, phosphorus and potassium and responses of the potato plants. Amer pot. Jour. 44 (3): 75. 1967.
- 5) EDMOND, J. B., T. L. SENN and F. S. ANDREWS. Fundamentals of horticulture. Mc Graw-Hill Book Company New York, San Fco., Toronto, London Third Edition. p. 390. 1964.
- 6) EPSTEIN, E. Effect of soil temperature on mineral element composition and morphology of the potato plant. Agronomy Journal. 63 (5): 664. 1971.
- 7) FABIANI, L. La patata. Biblioteca Agrícola Aedos. p. 13, 15 y 35. 1965.
- 8) HOFF, E. J. et al. The effect of nitrogen fertilization on the composition of the free amino acid pool of potato tubers. Amer. Pot Jour. 48 (10): 390. 1971.
- 9) KUNKEL, R. and N. HOLSTAD. Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N-P-K. Amer Pot Jour. 49 (2): 43. 1972.
- 10) KUNKEL, R., N. HOLSTAD and T. S. RUSSELL. Mineral element content of potato plants and tubers vs. yields. Amer. Pot Jour. 50 (8). p. 275. 1973.
- 11) LARGE, E. C. Famine in Ireland the advance of the fungi Dover Publications, New York. p. 34. 1967.
- 12) LAUGHLIN, N. W. Production and chemical composition of potatoes related to placement and rate of nitrogen. Amer. Pot. Jour. 48 (1). 1971.



- 13) LIZARRAGA, G. J. El cultivo de la papa. Apuntes mimeografiados de la clase de horticultura. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora.
- 14) LORENZ, A. O., B. L. WEIR and J. C. BISHOP. Effect of sources of nitrogen on yield and nitrogen absorption of potatoes. Amer. Pot. Jour 51 (2): 56. 1974.
- 15) MURARKA, P. I., T. L. JACKSON and D. P. MOORE. Nitrogen components of russet burbank potato plants (Solanum tuberosum L.). Agronomy Journal 65 (6): 868. 1973.
- 16) RATERA, L. E. El cultivo de la papa. Enciclopedia Agropecuaria. Buenos Aires Argentina. p. 22. 1945.
- 17) WORTHEN, E. L. y S. R. ALDRICH. Suelo Agrícola. Su conservación y su fertilización. Segunda edición en español. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. p. 311. 1967.