

**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NPK EN EL RENDIMIENTO
Y CALIDAD DE LA OCA (Oxalis tuberosa Mol.)**

TESIS DE GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE

Sebastián Sánchez López

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA

**Centro de Enseñanza e Investigación
Departamento de Fitotecnia y Suelos
Turrialba, Costa Rica
Marzo, 1970**

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NPK EN EL

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA OCA

(Oxalis tuberosa Mol.)

Tesis

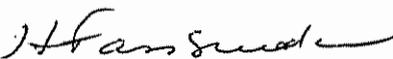
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

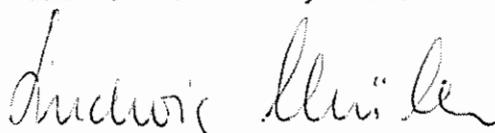
en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



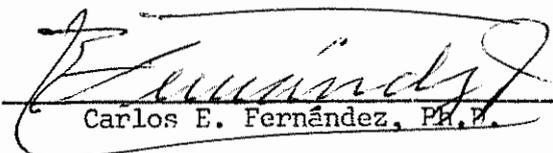
Hans W. Fassbender, Ph.D. Consejero



Ludwig Müller, Ph.D. Comité



Elemer Bornemisza, Ph.D. Comité



Carlos E. Fernández, Ph.D. Comité

Julio, 1970

A mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTO

El autor expresa sus sinceros agradecimientos:

Al I.I.C.A. Zona Andina por haberme brindado la oportunidad de realizar estudios de posgrado al otorgarme una beca.

A la Universidad Nacional del Centro (Huancayo), Perú por las facilidades brindadas.

A los Doctores Ludwig E. Muller, Elemer Bornemisza, Hans W. Fassbender, Carlos Enrique Fernández y Jorge León.

A los Ingenieros Juan Julio Quiñe, Miguel Escobedo, Heber Rodríguez, José Zeder y al Arquitecto José A. García Vílchez que me ayudaron en la Universidad Nacional del Centro del Perú.

BIOGRAFIA

Sebastián Pedro Sánchez López nació en Orcotuna, Perú, el 9 de setiembre de 1926.

Realizó sus estudios primarios en su ciudad natal y los secundarios en el Colegio Nacional Alfonso Ugarte de Lima.

De 1948 a 1952 fue alumno de la Escuela Nacional de Agricultura de La Molina, graduándose de Ingeniero Agrónomo el año 1962.

De 1953 a 1960 trabajó particularmente en el valle del Mantaro en sembríos de panllevar. En noviembre de 1961 ingresó a docencia a la Universidad Comunal del Centro de Huancayo.

En setiembre de 1965 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, como estudiante graduado en la Disciplina de Suelos, terminando sus estudios en setiembre de 1966.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS.	viii
LISTA DE FIGURAS.	ix
1. INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1 Morfología general de la oca	3
2.2 Origen	4
2.3 Cultivo.	9
2.3.1 Siembra	9
2.3.2 Plagas entomológicas y fitopatológicas.	10
2.4 Papel de los elementos NPK en la planta.	11
2.4.1 Nitrógeno	11
2.4.2 Fósforo	12
2.4.3 Potasio	13
2.5 Abonamiento de la oca.	14
2.6 Composición Química de la Oca.	17
3. MATERIALES Y METODOS.	19
3.1 Localidad.	19
3.2 Clima.	19
3.3 Características del suelo	20
3.4 Conducción del experimento	21
3.4.1 Fertilizantes y niveles de NPK.	21
3.4.2 Diseño experimental	23
3.4.3 Preparación del suelo	24

3.4.4	Siembra	24
3.4.5	Labores culturales.	24
3.4.6	Cosecha	25
3.4.7	Análisis químicos de los tubérculos	25
3.4.8	Análisis estadístico.	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.	28
4.1	Propiedades físicas y químicas del suelo experimental. .	28
4.2	Análisis de variancia.	28
4.3	Curvas de respuestas a los fertilizantes aplicados . . .	34
4.4	Dosis óptimas de aplicaciones.	39
4.5	Interacciones de los elementos nutritivos.	39
4.6	Influencia de la fertilización sobre la calidad.	43
4.6.1	Clasificación de los tubérculos	43
4.6.2	Composición química de los tubérculos	47
5.	CONCLUSIONES.	53
6.	RESUMEN	54
7.	LITERATURA CITADA	56

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1	Precipitaciones y temperaturas promedio mensuales de 8 años 1959-1966 en la Estación experimental del Mantaro	19
2	Datos meteorológicos tomados del Instituto Geofísico del Perú (Huayao)	20
3	Gramos de fertilizantes por parcela de 20 m ²	22
4	Resultados de los análisis de suelo del lote experimental	30
5	Rendimientos en kilogramos por parcela, sus promedios y rendimiento promedios por unidad de superficie. . . .	32
6	Análisis de la variancia en sus componentes lineal y cuadrática del rendimiento de tubérculos de oca . . .	3
7	Rendimientos de tubérculos experimentales y calculados para los diferentes niveles de nutrimentos	36
8	Incremento económico con algunas fórmulas considerando los valores por c/kg de N a S/.10.-; de P ₂ O ₅ a S/.7.50; y de K ₂ O a S/. 5.50	40
9	Rendimiento en toneladas por ha debido a las interacciones duales de los elementos nutritivos N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en tres niveles.	41
10	Rendimiento de tubérculos de oca, según tres clases, en gr por parcela y kg por hectáreas en respuesta a los tratamientos de nutrientes	48
11	Resultado en porcentaje promedial correspondiente a cada tratamiento de los fertilizantes, de los anales de tubérculos de oca	49

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Vigor de la parte aérea de oca a los cinco meses y medio de la siembra	29
2	Rendimientos en tns/ha para los niveles de N y dosis económica (D.F. = 65 Kg/ha).	35
3	Rendimientos en tns/ha para los niveles de P ₂ O ₅ y dosis económica (D.E.= 100 kg/ha)	37
4	Rendimiento en tns/ha para los niveles de K ₂ O y dosis económica (D.E. 208 = Kg/ha)	38
5	Rendimiento de tubérculos en tns/ha de la interacción N _x P ₂ O ₅	42
6	Rendimiento de tubérculos en tns/ha de la interacción N _x K ₂ O	44
7	Rendimiento de tubérculos en tns/ha de la interacción P ₂ O ₅ x K ₂ O	45
8	Tamaños promediales de los tubérculos de oca de primera segunda y tercera	46
9	Respuesta en porcentaje de proteínas a las dosis de N aplicadas al suelo	50
10	Respuesta en porcentaje de carbohidrato a las dosis de N aplicadas al Suelo	51

1. INTRODUCCION

Por tener el Perú una población de crecimiento rápido, con una tasa promedio anual de 3,14 por ciento, existe cierta escasez de productos alimenticios, lo que se hace necesaria su importación. El valor de tales importaciones ascendió en 1965 a 3,831'260,349 soles.

La mayoría de la población peruana vive en la sierra andina, donde la escasez de alimentos se hace notar más fuertemente que en las otras partes del país. La dieta básica de esta población campesina consiste principalmente de tubérculos y un incremento de su producción a corto plazo es importante.

En el territorio peruano la sierra ocupa un área de 37.000.000 hectáreas, de las cuales se utilizan para la agricultura solamente unas 1.800.000 ha. La extensión restante está constituida por praderas naturales, con 24.000.000 de hectáreas, y el resto no es apto para la agricultura.

Existe una gran reserva de su superficie potencial para ser cultivada con plantas alimenticias andinas y otras especies adaptadas a altitudes entre los 2.500 a 4.000 m. En el altiplano sur del Perú la explotación agrícola, sin embargo, sube a veces hasta los 4.200 m; pero llega en el centro hasta 4.100 m y en el norte sólo hasta 3.500 m.

En la región andina de Sudamérica, desde Venezuela hasta Argentina y Chile, la oca (Oxalis tuberosa Mol.) figura entre los tubérculos que más se cultivan, debido a su alto rendimiento y sabor agradable. En Bolivia, en los últimos años, la superficie cultivada con oca pasaba de las 16.000 ha, con una producción total cercana a las 63.000 toneladas métricas. En la sierra peruana en 1965 el cultivo de oca ocupó 14.980 ha con una producción de 55.294 ton, o sea que la oca ocupó el tercer lugar en extensión de plantas tuberosas en el Perú, después de la papa y yuca.

Al tratar de mejorar la eficiencia de la agricultura y elevar la producción de alimentos para una población en constante aumento, surge la posibilidad de usar cada vez más fertilizantes. El presente trabajo tiene por finalidad determinar la influencia de la fertilización NPK en el rendimiento de tubérculos de la oca y su calidad nutritiva, en un suelo andino del valle del Mantaro.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Morfología General de la Oca

La especie Oxalis tuberosa Mol., llamada oca en el Perú, es una herbácea anual, de tallo aéreo cilíndrico, erecto y succulento, de 20 a 70 cm de alto y de 0,5 a 1,5 cm de diámetro en su base. Los tallos brotan de la parte basal del tallo, lo que da a la planta una forma cónica o semiesférica. Las ramas laterales nacen en las axilas de las hojas. El color del tallo aéreo varía de verde claro hasta púrpura oscuro. En la oca se observa a veces la presencia de los tallos fasciados, planos, que tienen estrías longitudinales (9,12,38).

Las hojas son alternas, trifoliadas, con pecíolos de 2 a 9 cm de largo; muestran una filotaxia de 2/5 y los folíolos son cordados y crenados de 1 a 4 cm de largo. Las hojas son de color verde oscuro y pubescentes en el haz; el envés puede ser púrpura o verde y es muy pubescente (12, 38).

Las flores se hallan en dos cimas de 4 a 5 flores cada una. El pedúnculo comunmente alcanza de 10 a 15 cm. Las inflorescencias nacen de las axilas de las hojas superiores y sobresalen la parte vegetativa de la planta. El caliz está formado por cinco sépalos, soldados entre sí hasta cierta altura, y tiene más o menos un centímetro de largo. La corola, formada de cinco pétalos unidos en la base tiene coloración amarilla con nervación roja; su tamaño es de 3,5 cm de diámetro y 10 a 12 mm de largo. Hay 10 estambres en cada flor, que se disponen en dos verticilos pentámeros; los inferiores tienen de tres a cuatro milímetros de longitud y los superiores miden hasta nueve milímetros. Los filamentos son pubescentes y llevan en el ápice una

antera con dos sacos polínicos (9,12,38,50). El gineceo está constituido por cinco carpelos y sus estilos respectivos pueden variar en altura (heterostilia), existiendo tres formas: 1) estilos más largos que todos los estambres, 2) más largos que los estambres inferiores, ó 3) más cortos que éstos (12,38).

El fruto es una cápsula con cinco lóculos, con una a tres semillas en cada uno y de más o menos un milímetro de longitud. Sin embargo, la oca raramente forma frutos en condiciones de campo. Solamente si se protegen las plantas de influencias atmosféricas adversas se puede obtener apreciable producción de semilla. Esta mantiene su viabilidad por lo menos un año, aumentando en condiciones experimentales el porcentaje de germinación desde los primeros días hasta los 200 días aproximadamente (3,12,38).

Los estolones se originan de las yemas axilares en los nudos subterráneos y son al comienzo delgados. Pero al desarrollarse adquiere mayor diámetro, llegando a tener longitudes cercanas a los 30 cm. Su coloración es blanca. El tubérculo de la oca representa un tallo corto, resultado del engrosamiento terminal de un estolón. El tubérculo tiene hojas escamiformes y en cada "ojo" se encuentra una sola yema. La forma de los tubérculos muestra variaciones desde claviforme y elipsoidal hasta cilíndrica. Su coloración puede clasificarse en tres grupos definidos: blanco, amarillo y rojo, con muchas tonalidades intermedias de mayor o menor intensidad (38,50).

2.2 Origen

El cultivo de la oca data desde tiempos remotos y su origen es desconocido. La mayoría de las especies de Oxalis que forman tubérculos se

encuentra en los Andes de América del Sur, especialmente en el Perú (9,50). Cook (18) dio una lista de los nombres de las plantas domesticadas en el Perú, la incluye la oca con indicación de ser un importante tubérculo alimenticio. Ninguna otra parte de América puede competir con la región peruana en lo que respecta al número de plantas endémicas de cultivo. Peune un número total que se estima entre 60 y 80 especies, por lo menos la mitad, definitivamente son endémicas o confinadas a la región peruana; tal es la opinión de Cook (18), quien también resaltó el Perú como centro de domesticación de la oca.

Infantes Vera (32) sostuvo que el Perú fue el centro principal de domesticación en América del Sur debido al gran número de plantas valiosas que cultivaron los antiguos peruanos, calculadas en más de 100 especies. León (37) indicó a la región peruano-boliviana como centro de origen de Oxalis. En concepto de Cook (18), debido al número crecido de plantas domesticadas en el Perú, el pueblo debe haber tenido un talento especial para la agricultura o que las condiciones fueron muy favorables. Tales condiciones pueden hallarse en muchos valles hondos y estrechos que atraviesan las altas cadenas de los Andes.

Cardich (13), en sus trabajos de Lauricocha, encontró en alturas de 4.100 metros sobre el nivel del mar extensas zonas con rastros de trabajos agrícolas, especialmente en la planicie de Corralón, donde hoy ya no es posible la agricultura. El mismo autor descubrió acueductos subterráneos que fueron utilizados en la irrigación de importantes agrícolas, advirtiéndose montículos que son regazos de cercos que limitaban parcelas de reducida extensión. En esta región andina alta el clima posiblemente fue benigno más o menos 6.000 a 2.000 años A.C., presentando condiciones altamente favorables

para el hombre. Los animales de domesticación precolombina son exclusivos de este territorio, así mismo la papa.

Choy (16) dio una relación de plantas cultivadas en América y pone a la oca procedente de los Andes; hizo ver, que la revolución neolítica significó la domesticación de plantas y animales. Towle (67) opinó que en la domesticación de plantas y animales las tierras frías altoandinas tuvieron sus especies características, como la quinua (Chenopodium quinoa Willd.), papa (Solanum andigena Juz. et Buk.), y los tubérculos endémicos mashua (Tropacolum tuberosum Ruiz & Pavón), oca (Oxalis tuberosus Moll.) y olluco (Ullucus tuberosus Loz.). Da como límite altitudinal de la agricultura 3.962 m, área que tuvo su propia flora endémica de la cual se originaron las especies cultivadas.

Yacovleff y Herrera (73) mostraron un diseño de la cultura Tiahuanaco en un huaco de cerámica Pacheco, que representa una planta de oca. Ellos también hacen notar en otro huaco Chimú, de tiesto negro, una forma de un tubo con numerosos "ojos" moldeados y lo identifican como representando a Oxalis tuberosa. Towle (67) sostuvo que un espécimen de un tubérculo pequeño y seco se encontró mezclado entre los restos recobrados de Pachacamac, que pertenece a niveles de cultura incaica. En concepto de Pérez Arbelaes (55) los tubérculos de la ocas sirvieron de modelos a los alfareros Chancay.

Herrera (29) estudió a los cronistas españoles y otros escritores, los que se ocuparon de aspectos botánicos. Según él hay entre estos los siguientes que se refieren a la oca:

Francisco de Acuña, corregidor de Chumbivilcas, realizó una descripción de su corregimiento para el reino de España en los meses de enero a marzo de 1586; describió las características de la región de las punas, como su

temperatura muy baja y una vegetación raquílica y esteparia, mientras que los valles que se encuentran al occidente de la cordillera de los Andes tenían, como hoy, clima cálido y húmedo. Así mismo dio una relación de plantas usuales, con mención de la oca como planta indígena.

Niculoso de Fornee, en los primeros meses del año 1586, realizó una descripción del Corregimiento de Abancay, por orden del Virrey Dn. Fernando y Portugal, conde de Villar; informó sobre etnografía, clima, formaciones vegetales del corregimiento y otros aspectos. Hizo ver que por entonces los españoles tenían cierto desdén por los productos agrícolas autóctonos y dio una relación de muchas especies alimenticias indígenas, entre las cuales se encuentra la oca que prospera en tierras altas.

Garcilazo de la Vega nació en el Cuzco en 1539, y murió en España en 1616. En su obra "Comentarios Reales" deja información de carácter geobotánico, distinguiendo las plantas cultivadas de las silvestres y describió las zonas geográficas en que se desarrollaron; indicó el habitat de un número considerable de especies y los nombres vernaculares. La oca se designaba en quechua como occa.

Valera P. Blas, religioso jesuita natural de Chachapoyas (Perú), viajó después del año 1590 a Europa. Unos fragmentos de su obra "Historia del Perú", llegaron a poder de Garcilazo, en los cuales trató sobre las plantas cultivadas en las punas, entre ellas la oca que otros llamaban oca se empleaba para regalo, era larga y gruesa como el dedo mayor de la mano. Los indígenas la consumían cruda por ser dulce, también cocida y la secaban al sol para conservarla; al consumirse cocida se le notaba sabor muy dulce, sin haberle agregado miel o azúcar y en ese estado se llamaba "Cavi".

Manuel de Espinavete publicó en Lima en 1795 en el "Mercurio Peruano"

la "Descripción del partido de Abancae de la provincia de Cuzco", haciendo notar la variedad de climas del territorio; dio referencias de la ganadería, minas, industrias, etc. Mencionó también el cultivo de la planta alimenticia oca.

Pedro Celestino Flores, en su obra "Guía de Forastero del Cuzco" que se publicó en los años 1833 y 1834, dio una relación de plantas usuales en las provincias de Urubamba y Tinta; entre las plantas alimenticias menciona a la oca (29).

Acosta (1) estudió condiciones ecológicas donde prospera los tubérculos andinos, con datos observados por él en su estadía en el Perú entre los años 1572 a 1586. Cuando se refirió a los tubérculos andinos de la puna, hizo notar, que esas raíces eran como el pan de aquella tierra. Los campesinos se ponían contentos cuando el año agrícola era bueno porque existían años con intensas heladas. Al tratar sobre la oca indicó que en las punas prosperaba bien, teniendo muchas ventajas, igual que la papa, considerándola como alimento de sostén.

Raimondi (60) mencionó al cronista Cieza de León que en 1550, al describir la meseta del Collao, actual departamento de Puno, se refirió a una comida llamada oca, que era provechosa en una zona donde en algunos años se presentaban sequías y heladas.

Patiño (53) indicó que el cronista Cobo dio muchos detalles sobre las ocas; dijo que eran unas raíces comestibles producidas en las tierras frías. La altura de la planta es pequeña, de una tercia más o menos de alto, de ramas recogidas que la hacen copadas; las hojas son pequeñas, de tres en tres. Al referirse a las raíces dijo que son larguillas medio jeme, como nudosas; que pueden ser blancas, moradas y de otros colores, siendo tiernas y harinosas;

que los indios las comían verdes, asadas, cocidas y también partidas del medio a lo largo, las que secaron al sol para su almacenamiento, llamándose entonces en este estado "Cabi"; tenían buen sabor y algo dulce.

Patiño (53) mencionó a José Ignacio Molina, quien en 1782 en Chile describió unos tubérculos blancos con cáscara verdosa; posiblemente se trataba de la oca.

Según Orbegoso (5) se presume que en las tierras altas del sur del Perú aparecieron los predecesores silvestres de la oca y que el cultivo progresivo, así como las migraciones humanas, las habrían extendido hacia el norte y sur en la época pre-incaica.

Patiño (53) indicó en su relación geográfica sobre San Luis de Paute en 1582 que entre las cosas que comían los indios había una raíz que llamaban oca; lo mismo sucedía en Santo Domingo, Chunchi y en Alusi; lugares de la jurisdicción de Tomebamba o Cuenca. Se creía que la oca figuraba entre las cosas de comer que los cañaris le regalaron a Sebastián de Belalcázar cuando llegó a la región interandina en 1534. También mencionó que a mediados del siglo XVII las ocas eran comidas por los indígenas de Quito.

2.3 Cultivo

Según León (38) la oca se cultiva en las mismas regiones de la papa y por su resistencia a las heladas puede sembrarse también a mayor altura. Towle (67) considera a la oca de menos importancia que la papa, pero más importante que el olluco y mashua; se desarrolla bien en las terrazas de las quebradas serranas frías y en la zona del altiplano a una altitud entre 3,800 y 4,000 metros sobre el nivel del mar.

2.3.1 Siembra

La época de siembra de las ocas en la sierra peruana es de setiembre a noviembre, cuando caen las primeras lluvias. Las plantaciones de la oca

se realizan en lotes pequeños, siguiendo en la rotación generalmente a la papa.

La preparación del suelo es sencilla. Se ara, luego se desterrona, se da una reja cruzada y se surquea. Los tubérculos se colocan en líneas de 50 a 90 cm de distancia y el espaciamiento entre las plantas varía de 20 a 40 cm; la cantidad de tubérculos que se utiliza como semilla por hectárea fluctúa de 800 a 1,200 kg. Después de 30 a 45 días cuando los tallos han brotado, se efectúa el primer aporque; esta operación se repite por segunda o tercera vez y el terreno debe mantenerse limpio. La cosecha de la oca se verifica en los meses de abril a mayo (38,45,50).

2.3.2 Plagas entomológicas y fitopatológicas.

En las provincias de Puno y Chucuito en la sierra sur del Perú, según Mantari (43), los tubérculos de la oca son atacados por unas larvas barrenadoras de la familia Chrysomelidae y en la sierra central peruana los tubérculos son atacados por las larvas del gorgojo de los Andes (Premnotrypes solani). Pero estas plagas no son de gravedad.

Wille y Bazán (72) sostuvieron que en la sierra sur del Perú, en los departamentos de Puno y Cuzco, se ha constatado el nematodo anguilula dorada en la oca. Mientras que Días García y Martín (21) recalcaron que el nematode dorado parece ser una plaga bastante específica de la papa y del tomate, considerando el ataque a la oca como sospechoso. Martín y colaboradores (45) indicaron que se ha verificado la presencia de "quistes blancos" del nematode dorado en las raíces de la oca en el departamento de Lima, en la provincia de Canta distrito de Huaros, en la zona de Icaya. Para controlar esta plaga se debe realizar la rotación con plantas que no son atacadas.

Alandia Borda (3) mencionó varias enfermedades de la oca en Bolivia, como el 'musuru' o 'carbón' producido por el Urocystis spp.; detectado en el verano de 1966 en zonas húmedas al contorno del lago Titicaca,

en Colomí y Morochota. El ataque se manifiesta por un decaimiento parcial de la parte aérea, así mismo produce lesiones en los órganos subterráneos como en las raíces, estolones y tubérculos.

Bazán de Segura (7) expuso en el Perú la enfermedad del carbón, producida por el hongo Uracystis oxalidis, recomendando para su control la utilización de variedades resistentes.

Alandía Borda (3) hizo notar que la 'costra negra del tubérculo' es causada por el hongo Phoma oxalidicola Speg. que se presenta en Bolivia en zonas húmedas y secas; ataca tanto a los tubérculos como a los estolones.

La "Necrosis de la hoja" es producida por el hongo Septoria spp. Esta enfermedad se presenta sólo en zonas húmedas y se ha constatado en Bolivia (3).

La "roya" es causada por Uredo oxalidis Lev. y Puccinia oxalidis (Lev.) Diet & Bllis. En realidad se han registrado dos royas sobre la oca en Bolivia, siendo la más común la producida por Uredo. Se presentan en las hojas y pecíolos, en forma de pústulas amarillas que tienen hasta dos mm de diámetro (3).

2.4 Papel de los Elementos NPK en la Planta

2.4.1 Nitrógeno

Según Jacoby (35) el efecto de nitrógeno en la planta consiste en lograr mayor masa foliar y una superficie de asimilación más grande, la que es un prerrequisito para abundante formación de tubérculos. Pero el nitrógeno debe ser suministrado a las plantas en cantidades apropiadas y en relación correcta a los otros dos nutrientes importantes, fósforo y potasio.

Rojas Garcidueñas (64) indicó que la formación de proteínas en la planta requiere formación previa de azúcares y una absorción adecuada de N.

El nitrógeno constituye del 1% al 5% del peso anhidro de las hojas y una parte menor del peso anhidro de los demás tejidos vegetales; es un componente esencial de muchas sustancias vegetales, como de varias vitaminas, alcaloides, clorofilas y ciertas bases en las purinas y pirimidinas. Las proteínas existen en todas las células vivientes de la planta y que del 15% al 18% de peso de los compuestos albuminoides o proteínas consiste de nitrógeno (8,42).

Muchas especies cultivadas en soluciones nutritivas o en arena tenían igual desarrollo o aún mejor cuando se les suministran sales de amonio en lugar de nitratos, por encontrarse el nitrógeno de los compuestos amoniacaes en forma reducida. Sin embargo, normalmente la mayor parte del nitrógeno absorbido del suelo por las plantas es en la forma de nitratos y la forma amoniacaal limita las pérdidas por drenaje (14,47).

2.4.2 Fósforo

En opinión de Fogg (23) la síntesis del almidón en la planta se produce a partir de la glucosa con intervención de ATP. La energía necesaria para unir las unidades de glucosa proviene de la energía potencial de la unión fosfato; en presencia de fosforilasa, ATP como fuente de energía y las enzimas apropiadas para la transferencia del grupo fosfato rico en energía, la glucosa es empleado como materia prima para la síntesis del almidón.

La alimentación fosfotada de una planta en el suelo es función de la actividad del ácido fosfórico en la solución del suelo. El fósforo en la planta, es componente de los azúcares fosforilizados, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, etc; tiene también la función de traslado de energía (6,14).

El fósforo interviene tanto en el fenómeno de la fotosíntesis, o sea la fijación del carbono, como también en la mayoría de los procesos

metabólicos. El papel importante del fósforo se debe a su participación en las fosforilaciones y en la alta energía de la ligadura fosfato en diversos procesos, el fósforo es también componente del núcleo celular y es esencial para la división de la célula. Este también interviene en la formación de la grasa y albúmina, así como en el desarrollo del tejido meristemático y en las plantas acelera el crecimiento, especialmente de las ramas (47,48,65).

El abastecimiento total de fósforo, por regla general, es bajo en los suelos y su disponibilidad para la planta es frecuentemente limitada. Las plantas toman el fósforo principalmente en forma de iones $H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-} . El fósforo es imprescindible para un desarrollo normal del sistema radical y el incremento de la respiración de la planta en su desarrollo está asociado con la síntesis de la composición celular en la acumulación de fosfato en baja cantidad (8,22,35,41).

Jacoby (35) sostuvo que un suministro adecuado de fósforo fomenta el proceso de madurez de los frutos. También participa en la síntesis del almidón en los tubérculos.

2.4.3 Potasio

El potasio interviene en la síntesis de las grasas y proteínas. Al mismo tiempo aumenta la resistencia vegetal a muchas enfermedades y es cofactor de varias enzimas complejas (6,44).

El potasio no influye en la asimilación del carbono y el nitrógeno directamente, sino que mantiene las hojas en actividad normal para la producción de carbohidratos y proteínas durante el crecimiento. Las hojas que tienen buen abastecimiento de potasio transpiran lentamente y las plantas usan el agua económicamente (13,30,42).

El potasio ayuda a mantener la permeabilidad de la célula, que

auxilia en el traslado de carbohidratos, que mantiene el hierro con más movilidad en la planta y que aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades (14, 22,36).

Jacoby (35) afirmó que todas las plantas tuberosas tienen una gran demanda de potasio y que una deficiencia de este elemento conduce a un descenso del rendimiento y a una disminución del contenido de almidón en los tubérculos. Esto indica que el potasio es un nutriente de importancia para la síntesis y el traslado del almidón en la planta.

El potasio no se incorpora a ningún compuesto orgánico esencial conocido de las plantas. Aparece en forma de sales inorgánicas solubles, pero en las células se observan sales de potasio de ácidos orgánicos. Las partes jóvenes de las plantas, en crecimiento activo, como los brotes, hojas jóvenes y meristemas radicales son ricas en K; pero en semillas y tejidos ya desarrollados su proporción es relativamente baja. La misión del potasio en el metabolismo vegetal es principalmente de regulación y catálisis (6,14,47,71).

2.5 Abonamiento de la Oca

El abonamiento racional de la oca se desconoce. Mantari (43) indicó que el cultivo de esta especie sigue generalmente en la rotación a la papa y que no se realizan operaciones de abonamiento. En los experimentos que Mantari realizó no se aplicaron fertilizantes a la oca, pero el cultivo de papa, que antecedió en la rotación sí recibió como abonamiento por hectárea 10,000 Kg de estiércol de corral y unos 650 kg de guano de islas rico. Se lograron así en algunas parcelas experimentales rendimientos de 20.000 kg. de tubérculos de oca por hectárea, mientras que León (38) informó que en el Perú el promedio de rendimiento es de 5.000 a 7.000 kg. por hectárea.

En la sierra peruana en los lugares donde prosperan los cultivos de oca,

prospera también el de la papa, por tal razón se indicarán a continuación algunos resultados obtenidos en este último cultivo por ofrecer ciertos conceptos básicos que ayudarán al presente trabajo.

Marco Baró en España (44) determinó que las papas exigen dosis altas de N, P y K. En tanto Gagliardo Gamarra en el Perú, en el valle de Chíncha (24) encontró mayores rendimientos y utilidades por hectáreas de papas con la fórmula de 160 Kg de N, 80 Kg de P_2O_5 y 80 Kg de K_2O . Por otro lado Chaudhuri y Chaudhuri, en zonas paperas de Estados Unidos (15), observaron buenos resultados en el abonamiento de papas en combinación de 80 Kg de N, 160 Kg de P_2O_5 y 80 kg de K_2O por hectárea.

McCollum y Velarde Suárez (46), en extrapolación teórica experimental de trabajos de abonamiento de papas en el Perú, obtuvieron el máximo ingreso neto con una fertilización aproximada de 240 Kg de N, 240 Kg de P_2O_5 y 140 Kg de K_2O por hectárea. Sommerferldt y Knuston (65), en experimentos de campo e invernadero realizados en el sudeste de Idaho, en Estados Unidos, encontraron que tanto el nitrógeno como el fósforo tienen efectos directos sobre el crecimiento y desarrollo de la papa. Calzada Benza, et al (10), en la Estación Experimental Agrícola de Junín, donde se realizó el presente trabajo con la oca, obtuvieron en el rendimiento de tubérculos de papa 93% de aumento en relación al testigo al aplicar por hectárea 100 Kg de N, 100 Kg de P_2O_5 y 100 de K_2O . El rendimiento alcanzado fue de 19.902 Kg de tubérculos y el testigo de 10.298 Kg por hectárea. Así mismo, Rodríguez Muñoz (61), en la misma estación, en un trabajo de abonamiento en papas, obtuvo 13.187,5 Kg por hectárea en el testigo y el máximo rendimiento por hectárea fue de 27.612,5 Kg con un tratamiento NPK de 160-80-160 Kg/ha.

Aguirre Andres (2) sostuvo que una de las ventajas de los abonos es la

mejora de la calidad de los productos agrícolas. Esto se debe a un aumento de los principios activos contenidos en raíces, tubérculos, semillas, frutos o partes herbáceas; hay así un mayor contenido de fósforo, proteínas, azúcares, almidón, etc.

Un suelo con buena provisión de nitrógeno produce en los vegetales un incremento en la formación de proteínas, dándoles mayor valor comercial. El potasio también influye sobre la calidad de las cosechas en forma análoga al fósforo y nitrógeno (2). Cooke (19) sostuvo que el nitrógeno reduce el porcentaje de materia seca.

Voisin (68) hizo notar, que cuando se examinan por separado ciertos factores nutritivos que desempeñan un papel fundamental en la determinación de la calidad biológica, se observa que el máximo del rendimiento coincide raramente con el contenido máximo de la planta en el componente nutritivo en observación. Según el mismo autor, en la actualidad se recomienda el aporte de abono nitrogenado que aumenta ligeramente el contenido de proteína bruta con un aumento simultáneo del rendimiento; pero que valor biológico de la proteína puede disminuir al mismo tiempo. Una insuficiencia o un exceso de nitrógeno limita la calidad de la proteína y existe una cantidad óptima de abonos nitrogenados para que la calidad biológica sea máxima.

Horlacher (30) opinó que al potasio le corresponde la conversión ulterior de los carbohidratos sencillos formados en las hojas en hidratos de carbono de moléculas más complejas, estimulando así su depósito en la raíz y elevando el rendimiento de tubérculos aún en contenido de azúcar.

En concepto de Patterson (54) no están aclarados las relaciones entre abonado y calidad de tubérculo de la papa. Un defecto de calidad, que lleva a su ennegrecimiento provocado por la cocción, posiblemente esté relacionado

con ciertos tipos de suelos que con cualquier tratamiento de un fertilizante determinado. Cuando se emplea sulfato de potasio en el abonamiento de la papa, los tubérculos pueden presentar un contenido algo más elevado de materia seca.

Cooke (19) también mencionó que las cantidades correctas de fertilizantes tienen poco efecto en la calidad o facilidad de cocción de la papa.

Jacob y Uexk ll (34) hicieron notar que la papa pertenece a las plantas alérgicas al cloro y mencionaron que Latzko observó que el uso del cloruro de potasio redujo la asimilación, la actividad enzimática y la producción de carbohidratos en comparación con el empleo de dosis equivalente de K_2O en forma de sulfato de potasio (200 Kg/ha de K_2O). Demolon (20) opinó que la preferencia dada al sulfato de potasio sobre el cloruro de potasio en el abonamiento de la papa puede ser también debido al azufre aportado.

2.6 Composición Química de la Oca

Los tubérculos de la oca, según informó León (38), contienen ácido oxálico en cantidad apreciable y es por esto que se someten a secado al sol antes de consumirlos; al mismo tiempo también aumenta el contenido de azúcares. Towle (67) indicó que los tubérculos de oca contienen cristales de oxalato de calcio, con mayor proporción en las variedades amargas y por eso deben ser curados al sol antes de ser consumidos. Según Puig (58) el ácido oxálico por el calor se deshidrata y al subir la temperatura parte se sublima anhidro y otra se descompone en CO , CO_2 y H_2O .

Los análisis de ocas frescas realizados en el Perú dan: 84% de humedad, 1,1% de proteínas, 0,8% de grasa, 13,1% de carbohidratos, 1,0% de fibras y 0,8% de cenizas (38).

Bukasov (9) hizo conocer la composición de los tubérculos de oca, según análisis de A. Ysay Kin, que tienen un 84,6% de agua y la materia seca consta de:

almidón 72,8%, proteínas 11,19%, cenizas 5,38% y de estas 1,5% es de P_2O_5 .
Mencionó también los análisis efectuados por Payen resultando un 80 a 83% de agua y 12 a 13,7% de almidón.

Collazos y colaboradores (17) dieron la composición de los tubérculos de oca con un contenido de agua de 84,1%, de proteínas 1,1% de grasas 0,8%, de carbohidratos 13,1%, de fibra 1,0 y de cenizas 0,8%.

3. MATERIALS Y METODOS

3.1 Localidad

Un ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental del Mantaro de la Facultad de Agronomía, de la Universidad del Centro del Perú. El campo experimental (43) se encuentra en el valle del Mantaro a 3.316 metros sobre el nivel del mar, a 10°48'00" latitud sur y a 75°21'54" longitud oeste.

3.2 Clima

En el Cuadro No. 1 se indican las precipitaciones y temperaturas promedios mensuales de ocho años (49).

Cuadro N° 1 Precipitaciones y temperaturas promedios mensuales de ocho años 1959-1966, en la Estación Experimental del Mantaro.

Meses	Promedio de precipitación en mm.	Temperatura mensual °C		
		máxima	mínima	promedio
Enero	125	18,8	7,3	13,1
Febrero	129	17,5	7,5	12,5
Marzo	111	17,9	6,8	13,3
Abril	64	18,5	5,3	11,9
Mayo	30	18,8	3,1	10,9
Junio	6	18,9	0,2	9,6
Julio	4	19,0	1,0	10,0
Agosto	14	19,7	2,4	11,1
Setiembre	43	19,4	5,8	12,6
Octubre	71	19,9	6,5	13,2
Noviembre	77	19,7	6,8	13,3
Diciembre	96	19,4	6,7	13,1
Total	770		Prom.	12,0

A continuación se especifican los datos obtenidos, en los meses durante los cuales se efectuó el experimento, por el departamento de meteorología del Instituto Geofísico del Perú, que se encuentra al sur de la Estación Experimental en el mismo valle del Mantaro (Cuadro No. 2).

Cuadro N° 2 Datos meteorológicos tomados del Instituto Geofísico del Perú (Huayao).

Año	Meses	Temperatura °C		Lluvia total mm	Radiación solar	
		máxima	mínima		Prom.diario horas de sol	Calorías g p.día en superf.horiz. cm2
1966	Octubre	18,9	7,4	99,5	5,4	591
	Noviembre	19,2	6,8	64,8	6,4	661
	Diciembre	18,6	6,8	112,3	5,6	596
1967	Enero	17,7	6,2	107,5	5,7	571
	Febrero	16,8	7,4	142,9	4,7	546
	Marzo	16,5	7,1	184,7	4,3	518
	Abril	19,1	3,9	39,9	6,6	532
Total				751,6		

Según el mapa Ecológico del Perú de Tosi Jr. (51) la Estación Experimental del Mantaro se encuentra en la zona Bosque húmedo - Montano.

3.3 Características del Suelo

El suelo donde se llevó a cabo el ensayo pertenece a la serie San Lorenzo (Lo), que se encuentra entre los suelos aluviales de terrazas altas, con buen drenaje, de pendiente casi a nivel, ligeramente gravoso, de textura fina y profundo (59).

Las muestras de suelo se tomaron al azar de 40 sitios del lote experimental,

de acuerdo a las técnicas experimentales establecidas (27,33); de cada sitio se recogieron cuatro muestras según las siguientes profundidades: de 0 a 15 cm, de 15 a 30 cm, de 30 a 45 cm y de 45 a 60 cm. Las 40 muestras para cada profundidad se mezclaron para formar una muestra compuesta para realizar después los análisis respectivos.

Estos análisis se efectuaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química una parte y también en el Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional del Centro del Perú.

De las muestras compuestas de suelo secadas y tamizadas a 2 mm se efectuaron los análisis según los métodos siguientes:

- a) Valor pH se determinó en la relación suelo: agua de 1:2,5 mediante un potenciómetro marca Beckman (33).
- b) Conductividad eléctrica del extracto a capacidades máximas de agua, con un puente de conductividad en milimhos por cm (26).
- c) Análisis mecánico, se hizo por el método hidrométrico de Bouyoucos (66).
- d) Nitrógeno total por el método de Kjeldahl (40).
- e) Carbono y la materia orgánica por el método del dicromato de potasio (26).
- f) Las valoraciones de la capacidad total de cambio, Ca, Mg, Na y K cambiables por el método del NH_4OAc a pH 7 (40).
- g) Fósforo disponible por el método colorimétrico de Bray y Kurtz (40); también se empleó el método de ácido nítrico diluido 0,2 N como extractante (28).

3.4 Conducción del Experimento

3.4.1 Fertilizantes y niveles de NPK.

Los fertilizantes empleados fueron para N el NH_4NO_3 con 33% de N,

para P_2O_5 el superfosfato simple con 20% de P_2O_5 y para K_2O el KCl con 60% de K_2O .

Los niveles empleados en el ensayo fueron los siguientes:

Para N $N_0 = 0$ Kg de N/ha
 $N_1 = 100$ Kg de N/ha
 $N_2 = 200$ Kg de N/ha

Para P_2O_5 $P_0 = 0$ Kg de P_2O_5 /ha
 $P_1 = 100$ Kg de P_2O_5 /ha
 $P_2 = 200$ Kg de P_2O_5 /ha

Para K_2O $K_0 = 0$ Kg de K_2O /ha
 $K_1 = 100$ Kg de K_2O /ha
 $K_2 = 200$ Kg de K_2O /ha

En el Cuadro No. 3 se dan los pesos del fertilizante por parcela para los niveles mencionados.

Cuadro N° 3 Gramos de fertilizante por parcela de 20 m².

Niveles de N	Nitrato de amonio	Niveles de P_2O_5	Superfos - fato simple	Niveles de K_2O	Cloruro de potasio
N_0	0	P_0	0	K_0	0
N_1	606	P_1	1.000	K_1	333
N_2	1.212	P_2	2.000	K_2	667

Los abonos fueron aplicados utilizando el 50% de la dosis al sembrío. Se distribuyó la mezcla de fertilizantes en el fondo de los surcos, cubriéndose

luego con una capa delgada de tierra antes de sembrar los tubérculos. El 50% restante de la dosis de abono se aplicó en el primer aporque, a lo largo de los costados de las hileras de las plantas, curiéndose también posteriormente.

3.4.2 Diseño Experimental

El diseño experimental consistió en cuatro grupos de bloques, empleando un factorial de 3^3 o sea $3 \times 3 \times 3$ con dos grados de libertad de NPK en parcelas confundidas, en cada grupo de bloques (57).

Los cuatros grupos de bloques se dispusieron de la siguiente manera: El grupo de bloque II a continuación del grupo de bloques I (sentido del ancho de los surcos), separados por una calle de 1,5 m de ancho. Los grupos de bloques III y IV se encontraron detrás de los grupos de bloques I y II respectivamente y también separados de ellos por una calle de 1,5 m de ancho. Así mismo los grupos de bloques III y IV se encontraban separados por la continuación de la misma calle que separaban los grupos I y II.

Cada grupo de bloques constaba de tres bloques separados por calles de 1,5 m de ancho y cada bloque se conformaba de nueve parcelas. En consecuencia un grupo de bloques tenía 27 parcelas para los respectivos tratamientos.

Cada parcela constó de tres surcos de 1 m de separación, entre surco y surco, y la distancia entre plantas fue de 0,30 m. En la valoración del rendimiento se tuvo en cuenta sólo el surco central y se omitieron en cada cabecera las dos últimas plantas, o sea que para la cosecha por parcela se utilizaron en total 20 plantas. Por la escasez de tubérculos uniformes como semilla se limitó el experimento a solamente tres surcos por parcela.

El terreno usado en el ensayo formó parte de una pradera con predominio de Medicago sp. (trébol carretilla) por espacio de siete años, que abarcó hasta 1962 inclusive. En 1963 se sembró cebada con un abonamiento de 40 Kg de

N y 40 Kg de P_2O_5 ; en tanto que en los años 1964 y 1965 tuvo avena asociada con Medicago sp. (silvestre), con abonamiento similar al indicado para los años anteriores y las producciones se usaron como forrajes de pastores.

3.4.3 Preparación del suelo

Los trabajos de preparación del terreno se iniciaron la segunda quincena del mes de setiembre de 1966. Se efectuaron dos rejas cruzadas espaciadas en quince días y al final se desterronó con una grada de discos.

3.4.4 Siembra

Después de delinear las parcelas según el diseño empleado se realizó el surcado con tractor el mismo día de la siembra el 14 de octubre de 1966. Se emplearon como "semilla" los tubérculos de oca de la variedad "Rosada" (43), que dos días antes habían sido desinfectadas con "Agallol" Bayer, que es el cloruro de mercurio metoxietílico, y a una concentración de la solución de 0,5%. Los tubérculos se colocaron al fondo de los surcos, después de haberse cubierto el fertilizante con tierra. La distancia entre planta fue de 30 cm y se cerró el surco por medio de arado.

3.4.5 Labores culturales

La brotación de los tubérculos se produjo a los 30 días después de la siembra y la primera escarda se ejecutó a los 38 días.

Para controlar las larvas del gorgojo de los Andes se aplicó al suelo el insecticida "Aldrin" Shell (Hexacloro-hexahidro-dimetano-naftaleno) al 2,5% (en polvo) a los costados de las plantas; se usaron 13,61 Kg en total y el insecticida fue cubierto por tierra con la realización del primer aporque a los 75 días. También se hizo la segunda aplicación de fertilizantes.

El segundo aporque y el segundo deshierbo se ejecutaron a los 110 días; también se asperjó las plantas de oca con una mezcla de fungicidas e insecticidas en forma preventiva. El fungicida usado fue "Copper-A-Compound"

Du Pont a base de oxiclóruo tetracúprico, a una dosis de 0,5% y el insecticida empleado, un órgano fosforado, "Parathion" Shell aplicándose a una concentración de 0,5%. La segunda aplicación en las plantas de la misma mezcla de insecticidas y fungicidas se realizó a los quince días siguientes de la primera.

3.4.6 Cosecha

El 15 de abril de 1967 se midieron las alturas de los tallos y se cortaron a ras del suelo las 29 matas del surco central de cada parcela, para luego ser pesadas de inmediato. En esa época, 183 días después de la siembra, todavía se hallaban algunas flores en las ramas. Se tomó nota del número de ramificaciones de cada planta.

La cosecha de los tubérculos de las plantas cortadas, se hizo a los 16 días después de haberse cortado la parte aérea. Se usaron picos pequeños para escavar y extraer los tubérculos que se depositaron en cestos de mimbre marcados según los tratamientos y repeticiones, para luego ser pesados y clasificados.

Para las clasificaciones de los tubérculos se tuvieron en cuenta los pesos de ellos y sus tamaños. La tentativa de clasificación fue la siguiente:

- 1) Primera, tubérculos de más de 30 g.
- 2) Segunda, tubérculos de 20 a 30 g.
- 3) Tercera, tubérculos con menos de 20 g.

3.4.7 Análisis químico de los tubérculos

En la valoración de la calidad de los tubérculos de oca se tuvieron en cuenta los resultados de algunos análisis realizados en el laboratorio químico de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Centro del

Perú. Para efectuar los análisis químicos se tomaron dos muestras de cada parcela (repetición de tratamientos). Así mismo para cada tratamiento los resultados porcentuales se obtuvieron promediando los valores de cada repetición.

En las determinaciones de humedad, materia seca y cenizas se usaron las técnicas recomendadas por Herce (28). Para la valorización de los carbohidratos totales se usó el método recomendado por Loesecke y Kertesz (39). Las determinaciones de proteína bruta en los tubérculos de oca se realizaron a través del valor para nitrógeno total utilizándose el método de Kjeldahl y multiplicando los resultados por el factor 6,25 (26).

La determinación de los porcentajes de almidón se basó en la hidrólisis ácida, mientras que para las valorizaciones de grasas se sometieron las muestras a la acción de un disolvente de bajo punto de ebullición (26). En la determinación de los porcentajes de azúcares se recurrió a la hidrólisis para luego hacer valorizaciones con una solución de Fehling (5).

3.4.8 Análisis estadístico

Los resultados experimentales fueron analizados estadísticamente. Para el análisis de la variancia se siguieron los lineamientos presentados por Pimentel Gómez (57), la variancia se analizó en sus componentes lineales y cuadráticos e igualmente fueron analizadas las interacciones entre elementos nutrientes.

En la evaluación de los rendimientos, en toneladas de tubérculos de oca por hectárea, según los diferentes niveles de N, P_2O_5 y K_2O se utilizó la ecuación de regresión, $y = a + bx + cx^2$, por el método de mínimos cuadrados (52). Pero ha sido necesario construir las ecuaciones normales para encontrar las constantes a, b y c. Las ecuaciones normales usadas son las siguientes:

$$na + b\sum x + c\sum x^2 = \sum y \quad (1)$$

$$a\sum x + b\sum x^2 + c\sum x^3 = \sum yx \quad (2)$$

$$a\sum x^2 + b\sum x^3 + c\sum x^4 = \sum yx^2 \quad (3)$$

En este sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas, "x" representa los niveles de fertilizantes y "y" los rendimientos promediales correspondientes.

En las determinaciones de las dosis óptimas económicas por hectárea de los nutrimentos N, P₂O₅ y K₂O es necesario conocer los precios por unidad de cada uno de ellos, incluyendo el gasto por aplicación. Estos precios fueron respectivamente S/. 10,00, S/. 7,50 y S/. 5,50 al momento del ensayo. Así mismo se consideró el precio promedio de un Kg de tubérculo de oca, sin clasificación, que fue de S/.1,00. Los demás factores económicos no se tomaron en cuenta porque eran similares en cada parcela. Para las determinaciones de las dosis económicas, de los nutrimentos empleados por hectárea, se recurrió a la derivación de las correspondientes ecuaciones de regresión y luego se realizó la identidad con la razón del precio de un Kg de nutrimento en estudio y el precio promedio de un Kg de tubérculo de oca (46,62). La representación matemática es la siguiente:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Px}{Py}$$

Px = precio de un Kg de nutriente puro (incluyendo aplicación)

Py = precio de un Kg de tubérculo de oca (S/. 1,00).

Se calcularon también algunas correlaciones entre el contenido de proteínas y carbohidratos con la aplicación de fertilizantes para interpretar su influencia sobre la calidad de los tubérculos. Aquí se siguieron los lineamientos de Calzada Benza (11).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Propiedades Físicas y Químicas del Suelo Experimental

En el cuadro No. 4 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras tomadas en el suelo experimental.

El pH del suelo osciló entre 5,85 y 5,75 a los diferentes profundidades del muestreo y no presentan una diferenciación en la profundidad.

El contenido en arcillas aumentan con la profundidad de muestreo, lo que hace pensar en una movilización de las arcillas dentro del perfil.

El nitrógeno y materia orgánica presentan valores medios y como es de esperarse su contenido en la muestra superior del suelo (0-15 cm) es mayor que a profundidades mayores.

La capacidad de intercambio es mayor a mayor profundidad, ello se debe al aumento del contenido en arcillas en esos suelos. En la cubierta iónica predomina el Ca y se encontraron valores muy bajos de K cambiabile.

El fósforo es igualmente bajo, tanto que por el método de Bray y Kurz no fue detectable.

4.2 Análisis de variancia

En el Cuadro No. 5 se aprecian los rendimientos de tubérculos de oca en kilogramos por parcelas, sus promedios y rendimientos promedio en Kg/ha.

En el Cuadro No. 6 se tiene el análisis de la variancia correspondiente, con sus componentes lineales y cuadráticas, del rendimiento de tubérculos de oca. También se indica en el mismo cuadro el coeficiente de variancia que solo llegó al 10,4% expresando la uniformidad del experimento, manifiesta en la Figura No. 1.

Los resultados estadísticos indican que el empleo de nitrógeno ha influido de modo apreciable en el rendimiento de tubérculo de oca, que concuerda con los

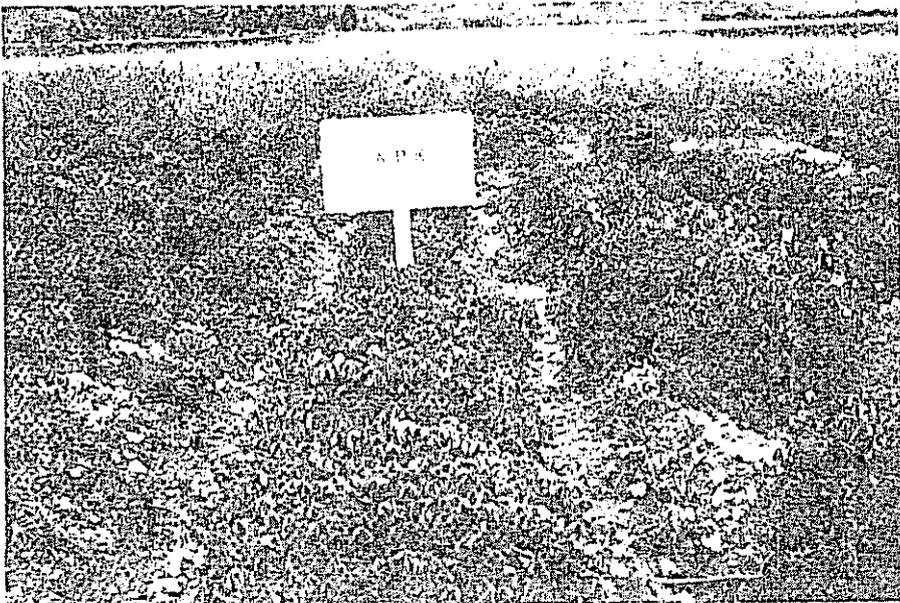
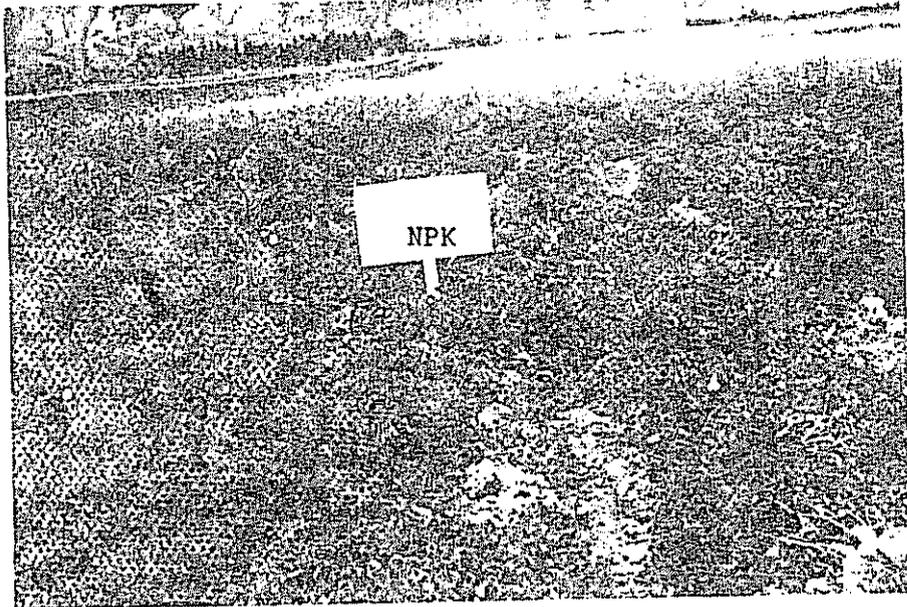
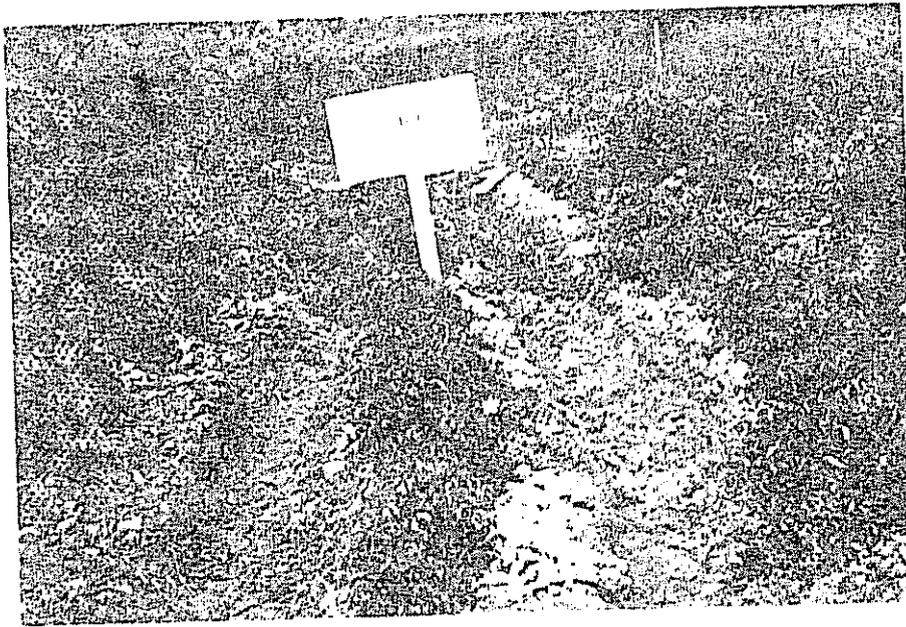


Fig. 1 Vigor de la parte aérea de oca a los cinco meses y medio de la siembra.
Tratamientos:
A) No Po Ko,
B) N₁ P₁ K₁ y
C) N₂ P₂ K₂.

Cuadro No. 4 Resultados de los análisis de suelo del lote experimental (cada dato se refiere a una muestra compuesta de 40 sub-muestras).

Naturaleza de análisis	Profundidad del suelo en cm			
	0-15	15-30	30-45	45-60
pH	5,85	5,80	5,75	5,75
Conductividad eléctrica (milimhos)	0,67	1,15	1,15	0,67
<u>Análisis Mecánico</u>				
Arena %	62,60	34,60	38,60	52,60
Limo %	8,00	26,00	20,00	16,00
Arcilla %	29,40	39,40	41,40	31,40
Textura (USDA)	Franco arcillo arenosa	Franco arcillosa	Arcillosa	Arcillo arenosa
<u>Análisis Químico</u>				
Nitrógeno total %	0,18	0,17	0,12	0,12
Materia orgánica %	3,58	3,30	2,48	2,34
C/N	11,6	11,2	12,0	11,3
Bases cambiables (en me/100 g de suelo)				
Valor T	8,20	9,40	10,60	10,20
Ca	6,11	7,16	8,22	7,90
Mg	0,68	0,84	1,00	0,95
Na	0,34	0,32	0,32	0,28
K	0,07	0,08	0,06	0,06
Fósforo disponible				
Método de Bray y Kurtz	trazas	trazas	trazas	trazas
Acido nítrico diluido como extractante, o/00	0,08	0,05	0,06	0,03

conceptos de Jacoby (35). El nitrógeno revela un aumento de efecto principal y altamente significativo cuando los elementos P y K se encuentran en forma adecuada. El aumento se aprecia por ejemplo en el Cuadro No. 5, al comparar los tratamientos 14 ($N_1P_1K_1$) y 5 ($N_0P_1K_1$); se observó un aumento de 9,81 Kg en promedio por parcela a favor del tratamiento 14 y que representa 11.274 Kg de tubérculos por hectáreas con la aplicación de 100 Kg de N para la misma extensión, teniendo el mismo nivel para los otros nutrimentos estudiados (57).

En el Cuadro No. 6 se nota que el efecto principal del fósforo es altamente significativo. Esto se comprueba por ejemplo al analizar el Cuadro No. 5 los tratamientos 14 ($N_1P_1K_1$) y 11 ($N_1P_0K_1$). El efecto del fósforo, en la mayor producción, está fundamentado con la aseveración de que intervienen en la fijación del carbono (47,48,65). Así mismo Jacoby sostiene que el fósforo participa en la síntesis de almidón en los tubérculos.

En el análisis de la variancia, Cuadro No. 6 se ve que el potasio también tiene un efecto principal altamente significativo, que se comprueba en el Cuadro No. 5 al comparar los tratamientos 14 ($N_1P_1K_1$) y 13 ($N_1P_1K_0$), con más rendimiento en promedio por parcela para el primero de 5,46 kg, lo que representa 6.274 Kg por hectárea; así mismo se observa (Cuadro No. 5) en algunas combinaciones que el potasio a un nivel de 200 Kg de K_2O por hectárea acusó rendimientos más altos aún en comparación con el testigo. Se indicó (14,30, 42) que el potasio mantiene las hojas en buena actividad para la producción de carbohidratos y proteínas durante el crecimiento; otra opinión es que el potasio (14,22,36) auxilia el traslado de carbohidratos en la planta.

En el Cuadro No. 6 se observan los resultados estadísticos de los componentes lineales y cuadráticos, así como su respectivas interacciones. Para el

Cuadro No. 5 Rendimientos en Kilogramos por parcelas, sus promedios y rendimientos promedios por unidad de superficie.

No. de trata- miento	Combi- naciones	R e p e t i c i o n e s				Prom. por tratam.	Total por. tratam.	Rendim. promedio por ha.
		I	II	III	IV			
1	N ₀ P ₀ K ₀	13,72	17,21	15,25	14,01	15,05	60,19	17.297
2	N ₀ P ₀ K ₁	14,74	18,28	24,01	14,82	17,96	71,85	20.645
3	N ₀ P ₀ K ₂	20,96	14,23	20,05	18,65	18,47	73,89	21.233
4	N ₀ P ₁ K ₀	17,32	16,58	14,70	14,47	15,77	63,07	18.125
5	N ₀ P ₁ K ₁	15,56	16,19	16,76	13,14	15,41	61,65	17.716
6	N ₀ P ₁ K ₁	20,27	25,82	24,80	24,27	23,79	95,16	27.343
7	N ₀ P ₂ K ₀	17,10	23,90	19,24	25,72	21,49	85,96	24.701
8	N ₀ P ₂ K ₁	21,59	19,55	17,73	17,46	19,08	76,33	21.935
9	N ₀ P ₂ K ₂	17,62	15,06	12,61	13,51	14,70	58,80	16.898
10	N ₁ P ₀ K ₀	11,22	13,67	10,55	10,88	11,58	46,32	13.310
11	N ₁ P ₀ K ₁	21,09	17,18	17,68	17,34	18,32	73,29	21.060
12	N ₁ P ₀ K ₂	19,29	21,62	18,11	19,47	19,62	78,49	22.554
13	N ₁ P ₁ K ₀	19,63	19,83	20,13	19,46	19,76	79,05	22.716
14	N ₁ P ₁ K ₁	24,40	23,35	25,31	27,84	25,22	100,90	28.990
15	N ₁ P ₁ K ₂	23,51	21,33	20,19	22,23	21,82	87,26	25.077
16	N ₁ P ₂ K ₁	14,92	15,98	15,55	13,46	14,98	59,91	17.213
17	N ₁ P ₂ K ₂	18,42	18,19	17,47	18,87	18,24	72,95	20.960
18	N ₁ P ₂ K ₂	24,60	24,64	21,76	20,65	22,82	91,27	26.224
19	N ₂ P ₀ K ₀	15,31	15,19	15,57	14,89	15,24	60,96	17.515
20	N ₂ P ₀ K ₁	16,93	15,38	16,63	16,81	16,44	65,75	18.891
21	N ₂ P ₀ K ₂	20,86	23,32	20,58	19,42	21,04	84,18	24.187
22	N ₂ P ₁ K ₀	10,18	11,94	10,36	10,49	10,74	42,97	12.349
23	N ₂ P ₁ K ₁	16,16	21,33	19,64	16,91	18,51	74,04	21.274
24	N ₂ P ₁ K ₂	21,33	18,29	19,01	18.16	19,20	76,79	22.064
25	N ₂ P ₂ K ₀	17,70	14,58	16,01	14,25	15,64	62,54	17.974
26	N ₂ P ₂ K ₁	16,15	17,88	18,80	17,53	17,59	70,36	20.218
27	N P K	23,56	19,43	19,45	19,49	20,48	81,53	23.542
		494,14	499,57	487,95	474,20	1.955,86		

Cuadro No.6 Análisis de la variancia en sus componentes lineal y cuadrática, del rendimiento de tubérculos de oca.

Fuentes de variación	G.	L.	S.	C.	C. M.	F.	F. ob	
							0,05	0,01
Total		107		1,550,52				
Bloques		11		51,19	4,65	1,29	2,74	4,08
Nitrógeno:		2		68,96	34,48	9,57**	3,13	4,92
N _L	(1)		10,41		10,41	2,89		
N _Q	(1)		58,55		58,55	16,26**		
Fósforo:		2		63,17	31,58	8,77**	3,13	4,92
P _L	(1)		28,28		28,28	7,85**		
P _Q	(1)		34,88		34,88	9,68**		
Potasio:		2		396,00	198,00	5,50**	3,13	4,92
K _L	(1)		386,42		386,42	10,73**		
K _Q	(1)		9,58		9,58	2,66		
Interacción N _x P:		4		172,54	43,13	11,98**	2,50	3,60
N _L P _L	(1)		2,62		2,62	0,72		
N _L P _Q	(1)		17,96		17,96	4,98*		
N _Q P _L	(1)		7,54		7,54	2,09		
N _Q P _Q	(1)		144,40		144,40	40,11**		
Interacción N _x K:		4		119,70	29,92	8,31*	2,50	3,60
N _L K _L	(1)		69,60		69,60	19,33**		
N _L K _Q	(1)		5,57		5,57	1,54		
N _Q K _L	(1)		16,28		16,28	4,52*		
N _Q K _Q	(1)		28,23		28,23	7,84**		
Interacción P _x K:		4		70,97	17,74	4,92**	2,50	3,60
P _L K _L	(1)		43,13		43,13	11,98**		
P _L K _Q	(1)		2,48		2,48	0,68		
P _Q K _L	(1)		21,44		21,44	5,96*		
P _Q K _Q	(1)		3,96		3,96	1,08		
Interacción N _x P _x K	(1)	6		348,24	58,04	16,12**	2,07	2,77
Error		722		259,76	3,60			

$$\text{Coef. var} = \frac{\sqrt{3,60}}{18,10} \times 100 = \frac{1,89}{18,10} \times 100 = 0,1044 \times 100 = 10,44\%$$

nitrógeno y el fósforo se encontró una significancia más elevada en su componente cuadrático. La interpretación lineal de los aumentos de cosecha por aplicaciones de K_2O tiene mayor significancia que la cuadrática.

4.3 Curvas de Respuesta a los Fertilizantes Aplicados

Basándose en los resultados del análisis de la variancia y empleando el método de los cuadrados mínimos se calcularon las curvas de respuesta a los fertilizantes aplicados.

Las ecuaciones para los diferentes nutrimentos en estudios fueron las siguientes:

$$\begin{array}{l}
 Y \\
 \text{Kg cosecha/ha} \\
 \\
 Y \\
 \text{Kg cosecha/ha} \\
 \\
 Y \\
 \text{Kg cosecha/ha}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 20.546 + 36,25X \\
 19.485 + 40,00X \\
 17,771 + 47,10X
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Kg N/ha} \\
 \text{Kg } P_2O_5/\text{ha} \\
 \text{Kg } K_2O/\text{ha}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 0,201X^2 \\
 0,162X^2 \\
 0,100X^2
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Kg N/ha} \\
 \text{Kg } P_2O_5/\text{ha} \\
 \text{Kg } K_2O/\text{ha}
 \end{array}$$

En el Cuadro No. 7 se presentan los rendimientos experimentales en Kg/ha en comparación a los rendimientos calculados en base a las ecuaciones de respuestas. Se observan pequeñas diferencias que dan un alto grado de confianza a las ecuaciones encontradas.

En la Figura No. 2 se nota la respuesta, en toneladas por hectáreas de rendimiento, a los distintos niveles de nitrógeno empleando la ecuación de regresión. La curva de respuesta asciende hasta el nivel 100 y en el nivel 200 ha declinado. La respuesta en rendimiento de tubérculo de oca al nitrógeno posiblemente estuvo de acuerdo al contenido en el suelo, que se indica en el Cuadro No. 4 con 0,18%. La curva de respuesta muestra que a nivel cero de N el rendimiento correspondiente por hectárea es de 20.546 Kg de tubérculo y que llegó a máximo rendimiento de 22.157 Kg por hectárea para un nivel de

CURVA DE RESPUESTA DEL NITROGENO

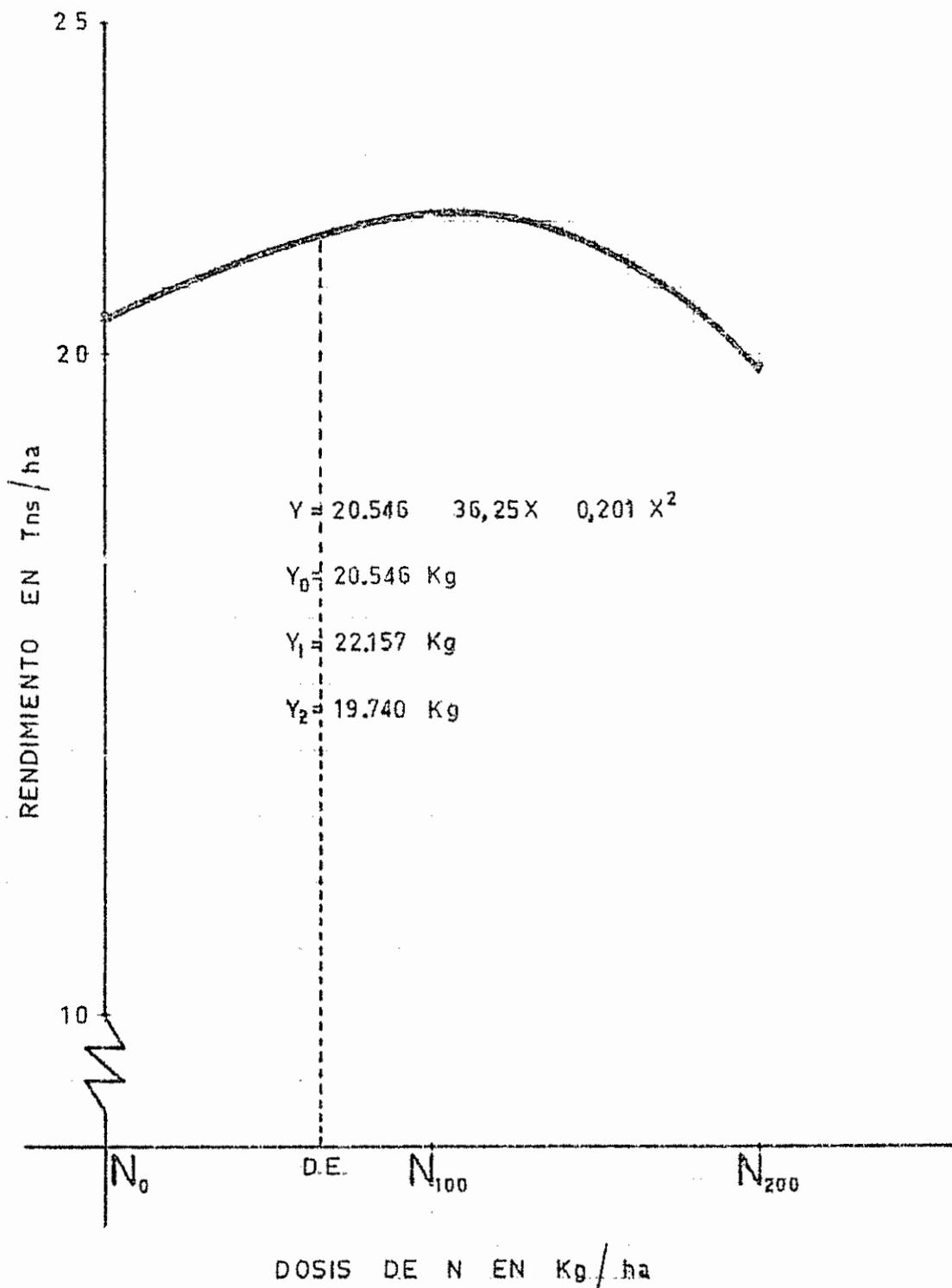


Fig. 2. Rendimiento en tns/ha para los niveles de N y dosis económica (D.E. = 65 Kg/ha)

Cuadro No. 7 Rendimientos de tubérculos experimentales y calculados para los diferentes niveles de nutrimentos

Nutrimentos	Resultados	Niveles en Kg/ha		
		0	100	200
N	Campo (prom.)	20.654	22.012	19.779
N	Ec. de regresión	20.546	22.157	19.740
P ₂ O ₅	Campo (prom.)	19.633	21.739	21.974
P ₂ O ₅	Ec. de regresión	19.485	21.865	21.005
K ₂ O	Campo (prom.)	17.910	21.300	23.235
K ₂ O	Ec. de regresión	17.771	21.481	23.191

100 Kg por hectárea. Con el empleo de 200 Kg de nitrógeno por hectárea la respuesta fue de sólo 19.740 Kg de tubérculos. El resultado de respuesta al nitrógeno concuerda con la opinión de Jacoby (35), autor según el cual se debe suministrar cantidades apropiadas de nitrógeno a las plantas en relación al contenido de fósforo y potasio.

La curva de respuesta del fósforo se indica en la Figura No. 3; es basada en la ecuación de regresión empleando los niveles de 0, 100 y 200 Kg por hectárea de P₂O₅. Las respuestas respectivas de rendimiento para la extensión citada son de 19.485 Kg, 21.865 Kg y 21.005 Kg. La influencia del fósforo en la planta, según Fogg (23), es su intervención en la síntesis del almidón a partir de la glucosa con la ayuda de ATP.

En la Figura No. 4 se da la curva de respuesta al potasio, también basada en la ecuación mencionada, empleando los tres niveles de K₂O en Kg por hectárea (0,100 y 200). Los rendimientos respectivos de tubérculos de oca por

CURVA DE RESPUESTA DEL FOSFORO

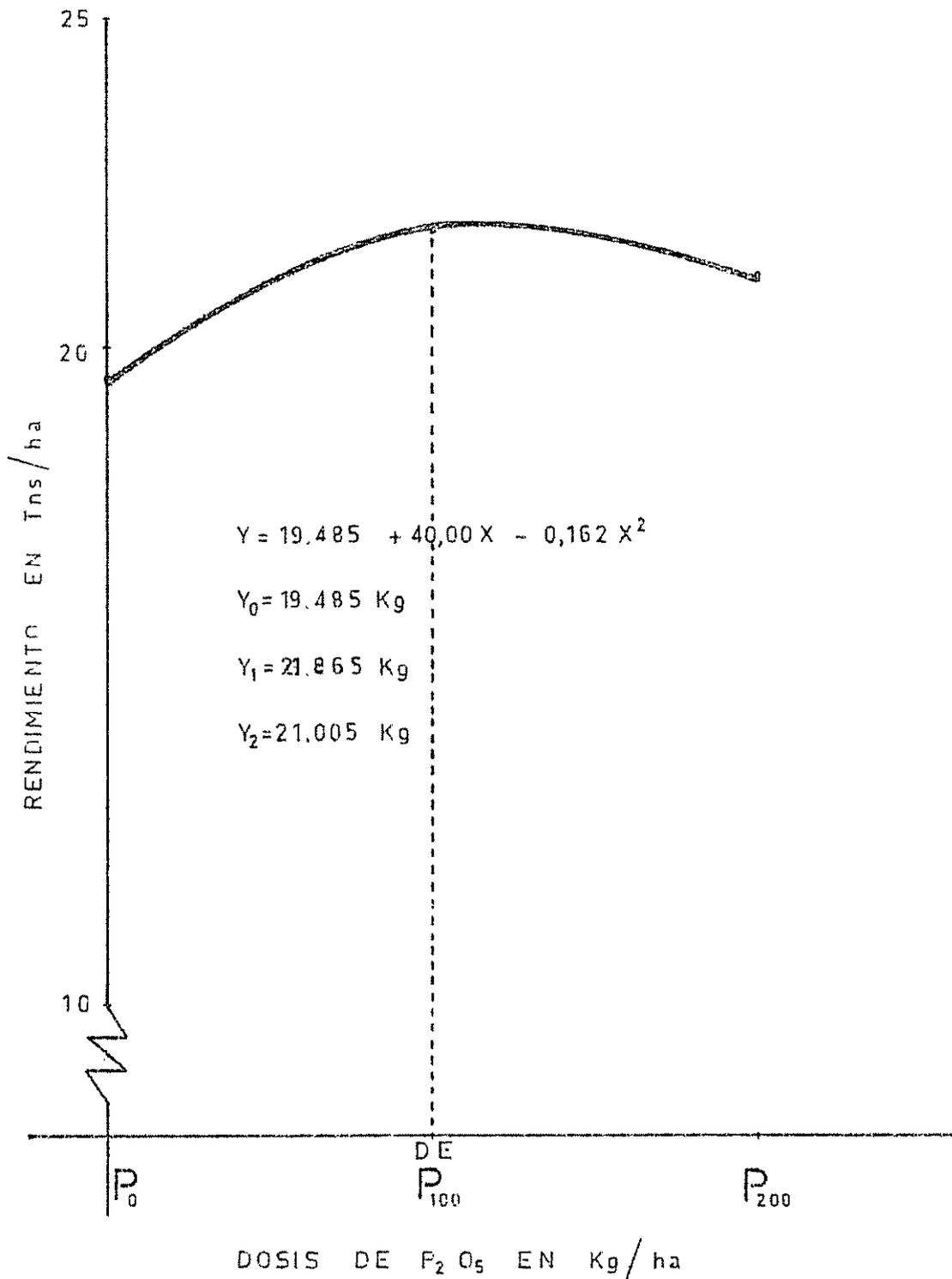


Fig. 3. Rendimiento en tns/ha para los niveles de P_2O_5 y dosis económica (D.E. = 100 Kg/ha)

CURVA DE RESPUESTA DEL POTASIO

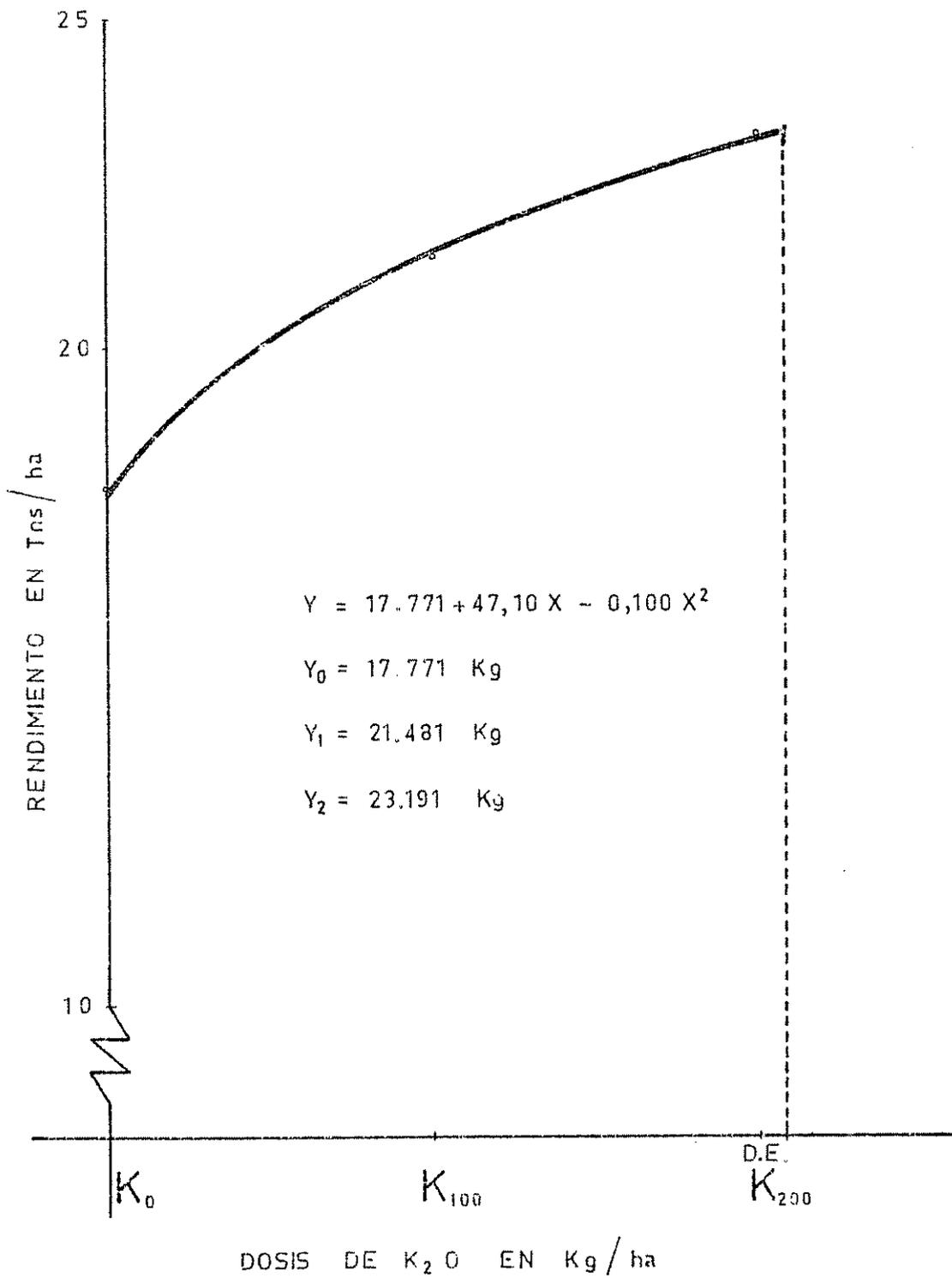


Fig. 4. Rendimiento en tns/ha para los niveles de K_2O y dosis económica (D.E.= 208 Kg/ha)

hectárea son de 17.771, 21.481 y 23.191 Kg. Se nota que el potasio asimilable en las parcelas del experimento estuvo al mínimo. La misión del potasio en las plantas, por las opiniones de varios autores (6, 14,47,71), es de regulación y catálisis en el metabolismo, en tanto que otros investigadores (14,22,36) aseguraron que el potasio auxilia en el traslado de carbohidratos en la planta.

4.4 Dosis Óptima Económica de Aplicaciones

La interpretación más adecuada de los experimentos de fertilización debe estar respaldada por el análisis económico de los resultados.

Utilizando las ecuaciones de respuesta y los precios de los fertilizantes y la oca producida se realizó el análisis económico de acuerdo al método anteriormente explicado (46,62).

Se encuentran las siguientes dosis óptimas que han sido presentadas igualmente en las figuras Nos. 2, 3 y 4.

Nitrógeno	65 Kg N/ha
Fósforo	100 Kg P ₂ O ₅ /ha
Potasio	208 Kg K ₂ O/ha

La dosis óptimas K₂O es ligeramente mayor a la considerada en el experimento. El valor de las dosis óptimas, de acuerdo a los precios indicados, es de S/.2.544,00 por hectárea y que en la actualidad no ha variado.

En el Cuadro No. 8 se aprecia el incremento económico por abonamiento con algunas fórmulas que se emplearon.

4.5 Interacciones de los Elementos Nutritivos

La interacción de primer orden del nitrógeno con el fósforo (Cuadro No. 6) fue altamente significativa, como se consta en el Cuadro No.5 al comparar los rendimientos de los tratamientos 13 (N1P1K0) y 1 (N0P0K0). Se Observa un mayor rendimiento parcelario (4,71 Kg) en promedio para el tratamiento 13, que significa 5.419 Kg de incremento de tubérculos de oca por hectárea a los niveles

Cuadro No. 8 Incremento económico, con algunas fórmulas, considerando los valores por c/Kg de N a S/. 10,00 de P₂O₅ a S/. 7,50 y de K₂O a S/. 5,50 y el valor de cosecha a S/. 0,03/Kg de oca. El precio promedio por Kg de tubérculo es de S/. 1,00.

Niveles de rendimiento	Rendimiento en Kg/ha.	Valores en Soles			
		Costo de abonamiento por ha.	Costo de recolección	Venta menos costo de abonos y recolección	Incremento monetario
N ₀ P ₀ K ₀	17.297	--	519,81	16.777,19	--
N ₂ P ₂ K ₂	23.542	4.600,00	706,26	18,235,74	1.458,55
N ₁ P ₂ K ₂	26.224	3.600,00	786,72	21.83 ,28	5.060,09
N ₀ P ₁ K ₂	27.343	1.850,00	820,29	24.672,71	7,895,52
N ₁ P ₁ K ₁	28.990	2.300,00	869.70	25.820,30	9,043,11

de 100 Kg de nitrógenos por hectárea y 100 Kg de P₂O₅ para la misma extensión.

Se aprecia también en el Cuadro No. 6 una interacción de primer orden (altamente significativa) del fósforo y potasio.

En el análisis de la variancia del rendimiento (Cuadro No. 6) se ve que la interacción de segundo orden es altamente significativa y que se verifica en el Cuadro No. 5, ya que el tratamiento 14 (N₁P₁K₁) fue el mejor, siendo el primero en el orden de mérito. La mayor producción del tratamiento 14 sobre el tratamiento 1 (N₀P₀K₀) fue en promedio por parcela de 10,17 Kg y lo que por hectárea es de 11.693 Kg. También en la interacción de segundo orden son importantes los tratamientos 18 (N₁P₂K₂) y 15 (N₁P₁K₂).

En el análisis de la variancia (Cuadro No. 6) se observa la interacción de primer orden del nitrógeno con el potasio que es altamente significativa. Este resultado se aprecia en el Cuadro No. 5 al comparar los rendimientos de tubérculos

de oca de los tratamientos 11 ($N_1P_0K_1$) y 1 ($N_0P_0K_0$), con mayor producción promedial por parcela para el primero (3,27 Kg) que representa 3.763 Kg/ha.

El cuadro No. 9 indica los rendimientos en toneladas por hectárea de tubérculos de oca por influencia de las interacciones de $N_xP_2O_5$, N_xK_2O y $P_2O_5 \times K_2O$, considerando cada nutrimento en los tres niveles de 0,100 y 200 Kg/ha.

Cuadro No.9 Rendimientos en toneladas por hectárea debido a las interacciones duales de los elementos nutritivos N, P_2O_5 y K_2O , en tres niveles.

Niveles de nutrimentos Kg/ha.	Nutrimentos (*)	Niveles de nutrimentos en K / a					
		0 P_0	100 P_1	200 P_2	0 K_0	100 K_1	200 K_2
0	N_0	19,7	21,0	21,1	20,0	20,0	21,8
100	N_1	18,9	25,5	21,4	17,7	23,6	24,6
200	N_2	20,2	18,5	20,5	15,9	20,1	23,2
0	P_0	--	--	--	16,0	20,2	22,6
100	P_1	--	--	--	17,7	22,6	24,8
200	P_2	--	--	--	19,9	21,0	22,2

* Los nutrimentos se hallan N como nitrógeno, P como P_2O_5 y K como K_2O .

La Figura No. 5 muestra los rendimientos como respuesta a las interacciones de los tres niveles de nitrógeno por hectárea con cada uno de los tres niveles de P_2O_5 para la misma extensión. La figura que representa la respuesta a la interacción de los tres niveles de nitrógeno con el nivel 100 Kg/ha de P_2O_5 es indicativa, llegando el máximo ascenso a un nivel de 100 Kg/ha de nitrógeno. Esta respuesta está de acuerdo con Rojas Garcidueñas (64), quien sostiene que la formación

INTERACCION $N \times P_2 O_5$

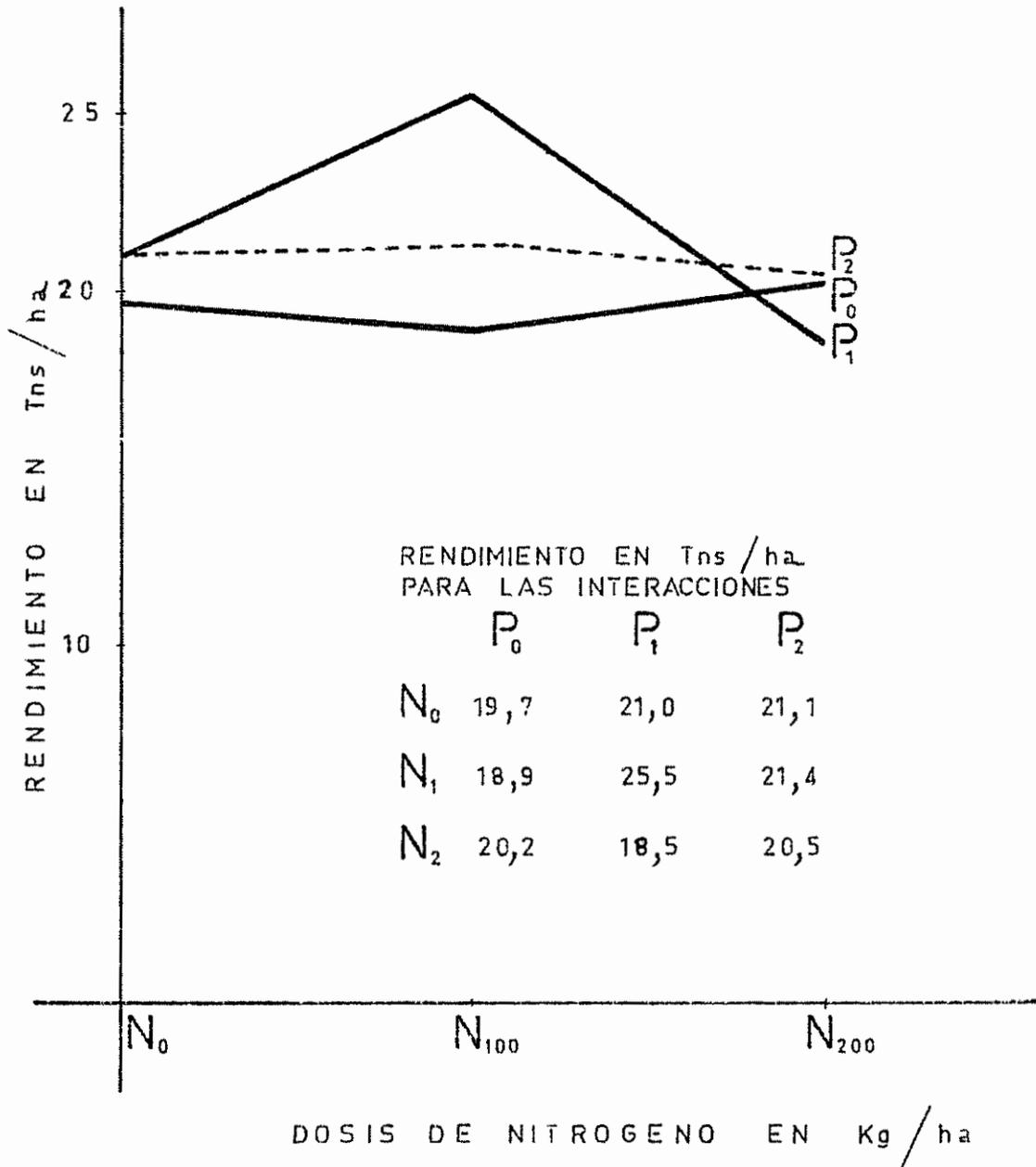


Fig. 5. Rendimiento de tubérculos en tns/ha de la interacción $N \times P_2 O_5$

de proteínas en la planta requiere la producción previa de azúcares y absorción adecuada de nitrógeno, así mismo Jacoby (35) aseveró que el fósforo participa en la síntesis del almidón en los tubérculos.

En la Figura No. 6 se encuentran representados los valores de rendimientos de tubérculos de oca en toneladas por hectárea, debido a las interacciones de nitrógeno por K_2O en los distintos niveles usados. La gráfica más saltante es la que indica interacción de los tres niveles de nitrógeno con el tercer nivel de K_2O por hectárea. En esta figura se observa máximo ascenso a 100 Kg de nitrógeno por hectárea y que concuerda con la opinión de Jacoby (35) quien expresó que el potasio es un nutriente importante para las síntesis del traslado del almidón en la planta.

Los resultado de rendimientos de tubérculos de oca por hectárea es la interacción de P_2O_5 por K_2O , en los tres niveles usados, se observa en la curva de la Figura 7. La figura que representa la respuesta a la interacción indica que de los tres niveles P_2O_5 con el tercer nivel de K_2O causó más impacto, obteniéndose más rendimiento a nivel de 100 Kg por hectárea de P_2O_5 , lo que está de acuerdo con los conceptos de Jacoby (35).

4.6 Influencia de la Fertilización sobre la Calidad

Para apreciar la calidad de los tubérculos de oca según los tratamientos se hallaron las proporciones de primera, segunda y tercera en base a una tentativa de clasificación por peso y tamaño. La otra manera de determinar la influencia de los fertilizantes en la calidad de los tubérculos fue analizar su valor nutritivo en base a su contenido de proteínas y carbohidratos.

4.6.1 Clasificación de los tubérculos

En la Figura No. 8 se aprecian los tamaños de los tubérculos de primera, segunda y tercera.

INTERACCION N x K₂O

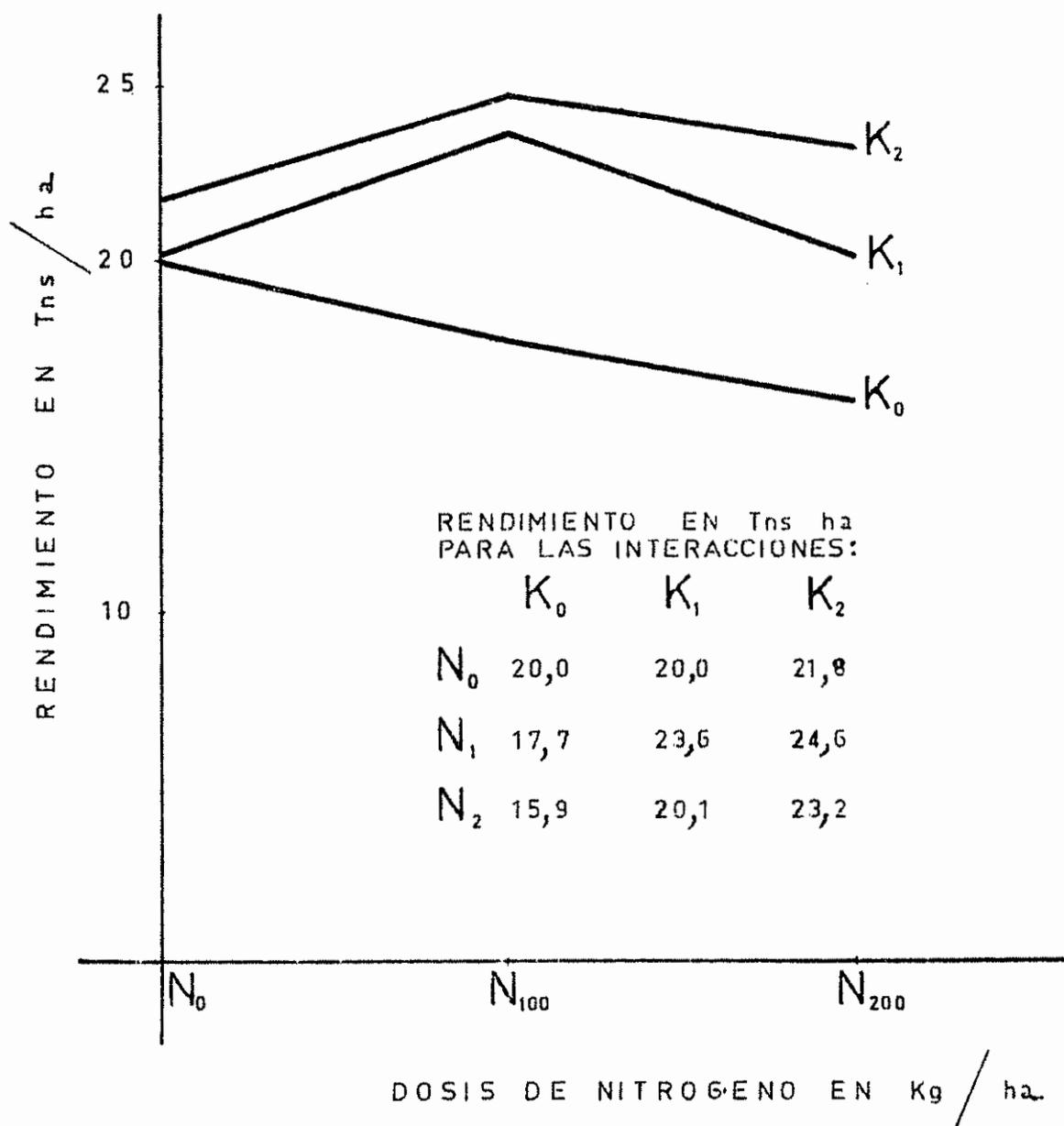


Fig. 6. Rendimiento de tubérculos en tns/ha de la interacción N x K₂O

INTERACCION $P_2O_5 \times K_2O$

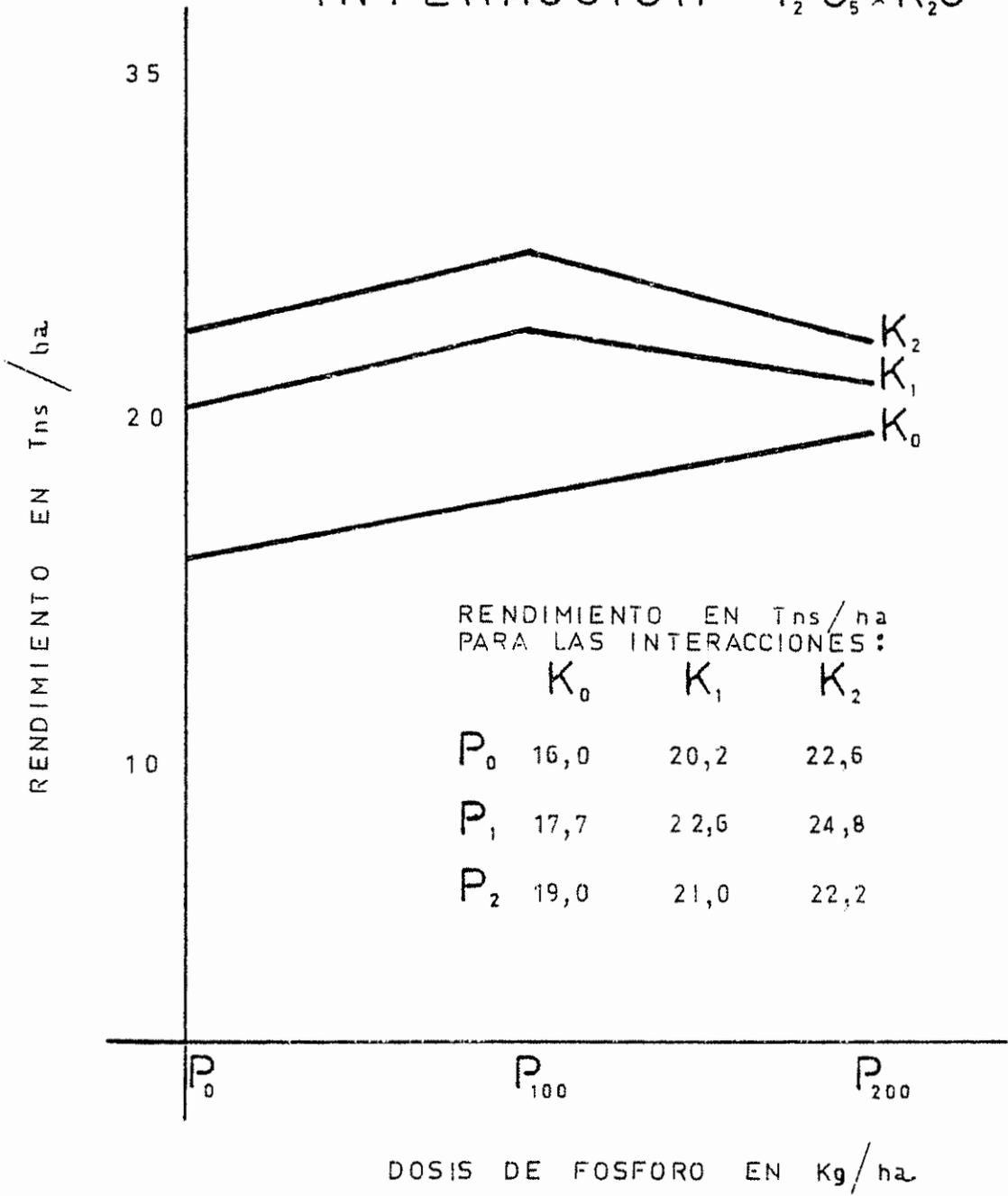


Fig. 7. Rendimiento de tuberculos en tns/ha de la interaccion $P_2O_5 \times K_2O$

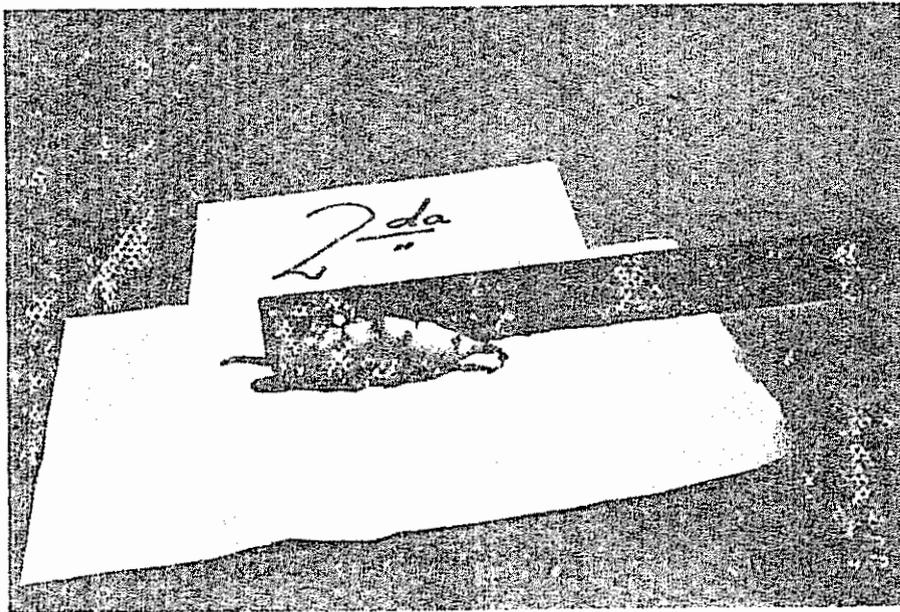
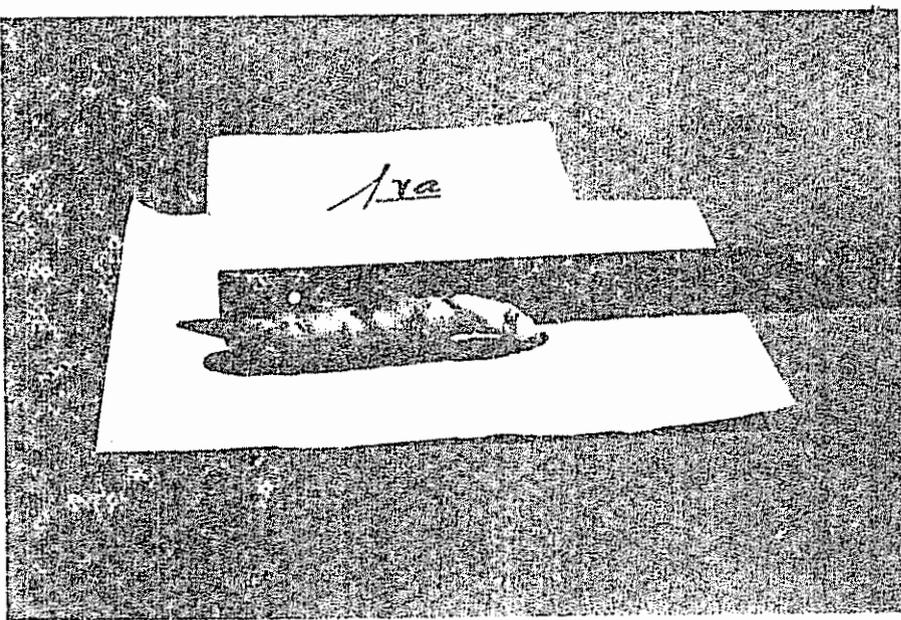
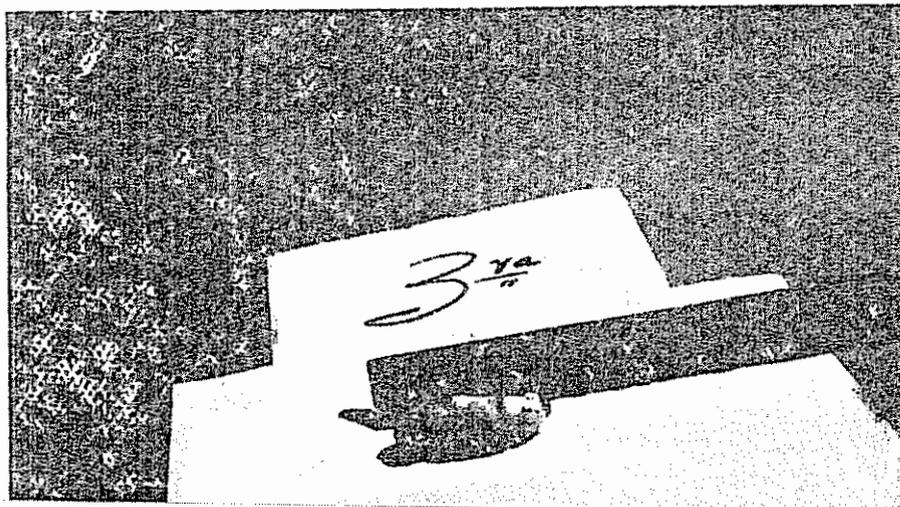


Fig. 8. Tamaños promedio-
mediales de
los tubércu-
los de oca
de primera,
segunda y
tercera.



En el Cuadro No. 10 se anotan los rendimientos por parcelas y hectárea según la tentativa de clasificación como respuesta a los tratamientos con los nutrientes usados en tres niveles y sus respectivas combinaciones.

Al observar el Cuadro No. 11 se tiene que el tratamiento 18 ($N_1P_2K_2$) produjo mayor cantidad de tubérculos de primera, seguido en forma descendente por los tratamientos seis, ocho, catorce y dos, que son los más importantes. No existe relación de los tratamientos que producen más rendimientos de tubérculos de primera con los de mejores rendimientos.

4.6.2 Composición química de los tubérculos

En el Cuadro No. 11 se observan los resultados de algunos análisis de laboratorio realizados con tubérculos de oca, en muestras correspondientes a cada tratamiento de los fertilizantes.

Sobre el contenido de proteína bruta y la dosificación de nitrógeno se encontró una correlación lineal altamente significativa ($r = 0,840$) que obedece a la ecuación.

$$Y = A + bx \quad r = 0,840 \quad **$$

tal como se ha presentado en la Figura No. 9.

La correlación entre la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo por hectárea y el contenido de hidratos de carbono totales en los tubérculos de oca es negativa y altamente significativa ($r = 0,703$).

No se han encontrado correlaciones con los demás nutrimentos empleados, tanto para el contenido de proteína total y de carbohidratos totales en los tubérculos de oca.

La correlación positiva y altamente significativa del contenido de proteína total en los tubérculos de oca y la cantidad de nitrógeno aplicado

Cuadro No. 10. Rendimientos de tubérculos de oca, según tres clases, en gr. por parcela y Kg por hectárea, en respuesta a los tratamientos de nutrientes.

No. de trata.	Combinaciones	gr p.parcela (8,7m ²) de 29 plt.				kg por hectárea			
		1a	2a	3a	Total	1a	2a	3a	Total
1	N ₀ P ₀ K ₀	7.778	3.690	3.570	15.048	8.952	4.242	4.103	17.297
2	N ₀ P ₀ K ₁	8.758	4.573	4.630	17.961	10.067	5.256	5.322	20.645
3	N ₀ P ₀ K ₂	6.664	4.780	7.029	18.473	7.660	4.494	8.069	21.233
4	N ₀ P ₁ K ₀	6.661	4.319	4.790	15.770	7.656	4.964	5.505	18.125
5	N ₀ P ₁ K ₁	6.408	4.916	4.088	15.412	7.366	5.651	4.699	17.716
6	N ₀ P ₂ K ₀	10.034	6.505	7.250	23.789	11.533	7.477	8.333	27.343
7	N ₀ P ₂ K ₀	7.400	6.164	9.927	21.491	8.505	4.786	11.410	24.701
8	N ₀ P ₂ K ₁	9.313	4.558	5.212	19.083	10.705	5.239	5.991	21.935
9	N ₀ P ₂ K ₂	5.154	3.417	6.131	14.702	5.924	3.927	7.047	16.898
10	N ₁ P ₀ K ₀	4.442	3.337	3.800	11.579	5.106	3.836	4.368	13.310
11	N ₁ P ₀ K ₁	6.905	5.162	6.257	18.324	7.936	5.933	7.191	21.060
12	N ₁ P ₀ K ₂	7.827	6.315	5.481	19.623	8.996	7.258	6.300	22.554
13	N ₁ P ₁ K ₀	8.665	4.658	6.441	19.764	9.960	5.353	7.403	22.716
14	N ₁ P ₁ K ₁	9.105	6.928	9.189	25.222	10.465	7.963	10.562	28.990
15	N ₁ P ₁ K ₂	7.194	7.594	7.031	21.819	8.268	8.728	8.081	25.077
16	N ₁ P ₂ K ₀	6.400	3.825	4.750	14.975	7.353	4.397	5.460	17.213
17	N ₁ P ₂ K ₁	6.794	5.007	6.435	18.236	7.809	5.755	7.396	20.960
18	N ₁ P ₂ K ₂	10.539	6.293	5.983	22.815	12.114	7.233	6.877	26.224
19	N ₂ P ₀ K ₀	7.082	3.629	4.528	15.239	8.140	4.171	5.204	17.515
20	N ₂ P ₀ K ₁	8.337	3.659	4.440	16.436	9.583	4.205	5.103	18.891
21	N ₂ P ₀ K ₂	8.220	8.220	5.885	21.042	9.449	6.764	7.974	24.187
22	N ₂ P ₁ K ₀	4.911	3.129	2.704	10.744	5.645	3.596	3.108	12.349
23	N ₂ P ₁ K ₁	5.228	6.000	7.280	18.508	6.009	6.897	8.368	21.274
24	N ₂ P ₁ K ₂	6.550	5.504	7.143	19.197	7.528	6.326	8.210	22.064
25	N ₂ P ₂ K ₀	6.172	3.415	6.051	15.638	7.094	3.925	6.955	17.974
26	N ₂ P ₂ K ₁	6.831	4.867	5.893	17.591	7.851	5.594	6.773	20.218
27	N ₂ P ₂ K ₂	8.176	5.510	6.856	20.482	9.398	6.333	7.811	23.542

Cuadro No. 11 Resultado en porcentaje promedial, correspondiente a cada tratamiento de los fertilizantes, de los análisis de tubérculos de oca.

No. tratamiento	Combinaciones	% humedad	% de materia seca	% cenizas	% carbohidratos totales	% proteína bruta (N% x 6,25)	% de almidón	% de azúcares	% de grasas
1	N ₀ P ₀ K ₀	83,45	16,55	0,62	14,85	0,7	11,31	3,20	0,38
2	N ₀ P ₀ K ₁	83,31	16,69	0,55	15,06	0,7	11,41	3,23	0,38
3	N ₀ P ₀ K ₂	82,76	17,24	0,70	15,55	0,6	11,79	3,34	0,39
4	N ₀ P ₁ K ₀	84,30	15,70	0,60	13,84	0,9	10,73	3,04	0,36
5	N ₀ P ₁ K ₁	81,22	18,78	0,80	16,65	0,9	12,84	3,63	0,43
6	N ₀ P ₁ K ₂	83,64	16,36	0,60	14,59	0,8	11,18	3,16	0,37
7	N ₀ P ₂ K ₀	82,58	17,42	0,60	15,62	0,8	11,91	3,37	0,40
8	N ₀ P ₂ K ₁	82,58	17,42	0,61	15,61	0,8	11,90	3,37	0,40
9	N ₀ P ₂ K ₂	84,53	15,47	0,60	13,62	0,9	10,58	2,99	0,35
10	N ₁ P ₀ K ₀	84,36	15,64	0,60	13,68	1,0	10,69	3,03	0,36
11	N ₁ P ₀ K ₁	83,09	16,91	0,60	14,93	1,0	11,56	3,27	0,38
12	N ₁ P ₀ K ₂	82,10	17,90	0,60	16,09	0,8	12,23	3,46	0,41
13	N ₁ P ₁ K ₀	83,99	16,01	0,60	13,95	1,1	10,95	3,10	0,36
14	N ₁ P ₁ K ₁	84,01	15,99	0,60	13,93	1,1	10,93	3,09	0,36
15	N ₁ P ₁ K ₂	83,59	16,41	0,70	14,34	1,0	11,23	3,18	0,37
16	N ₁ P ₂ K ₀	82,39	17,61	0,70	15,51	1,0	12,04	3,41	0,40
17	N ₁ P ₂ K ₁	86,00	14,00	0,60	11,98	1,1	9,57	2,71	0,32
18	N ₁ P ₂ K ₂	85,52	14,48	0,60	12,55	1,0	9,90	2,80	0,33
19	N ₂ P ₀ K ₀	84,72	15,28	0,60	13,23	1,0	10,44	2,96	0,35
20	N ₂ P ₀ K ₁	83,91	16,09	0,60	14,02	1,1	11,00	3,11	0,37
21	N ₂ P ₀ K ₂	85,41	14,59	0,60	12,56	1,1	9,98	2,82	0,33
22	N ₂ P ₁ K ₀	85,26	14,74	0,60	12,31	1,5	10,08	2,85	0,33
23	N ₂ P ₁ K ₁	84,69	15,31	0,60	13,16	1,2	10,46	2,96	0,35
24	N ₂ P ₁ K ₂	85,06	14,94	0,60	12,80	1,2	10,21	2,89	0,34
25	N ₂ P ₂ K ₀	87,13	12,87	0,60	10,88	1,1	8,80	2,49	0,29
26	N ₂ P ₂ K ₁	85,64	14,36	0,60	12,33	1,1	9,81	2,78	0,33
27	N ₂ P ₂ K ₂	86,36	13,64	0,70	11,43	1,2	9,32	2,64	0,31

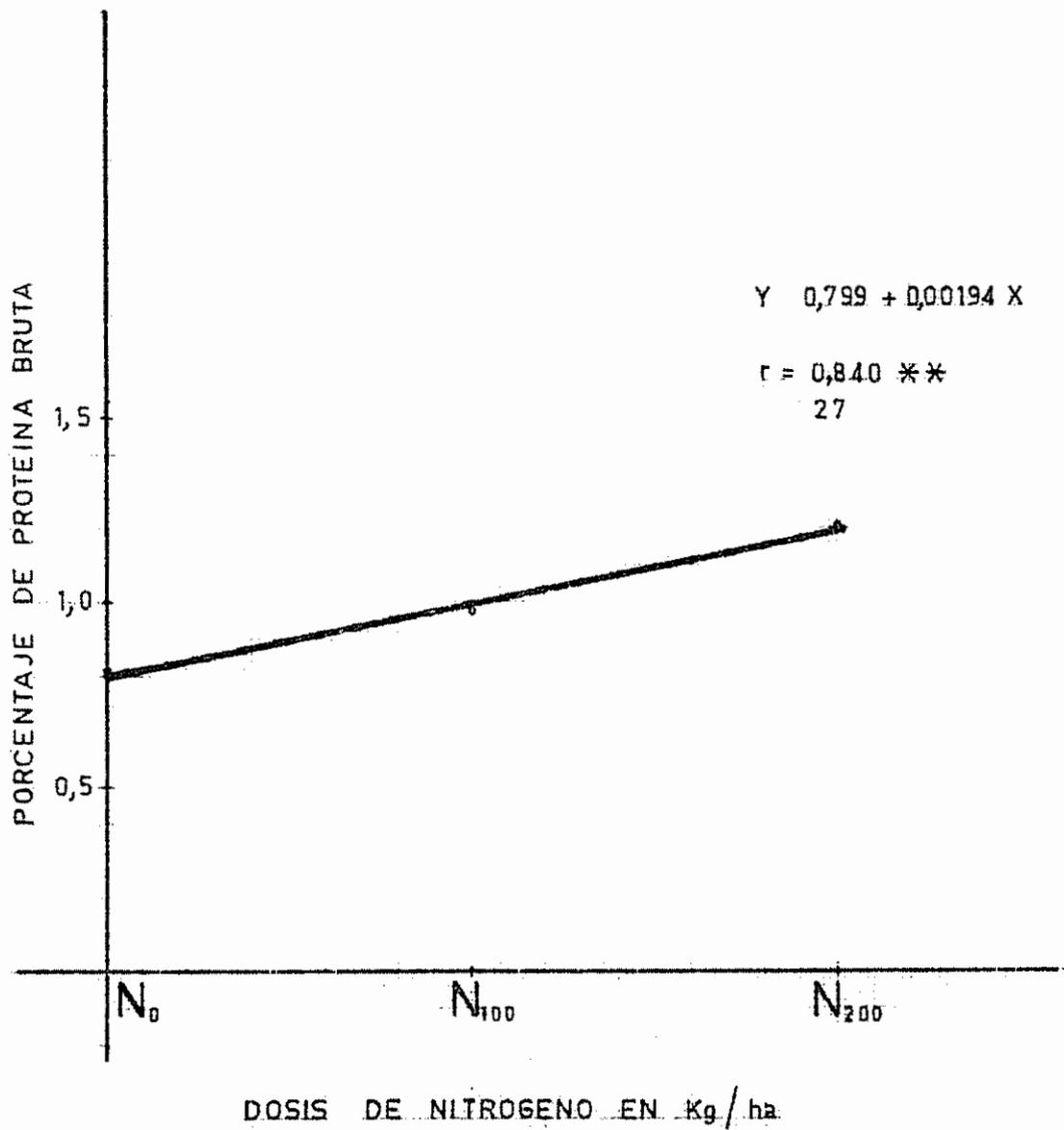


Fig. 9. Respuesta en porcentaje de proteínas a las dosis de N aplicadas al suelo

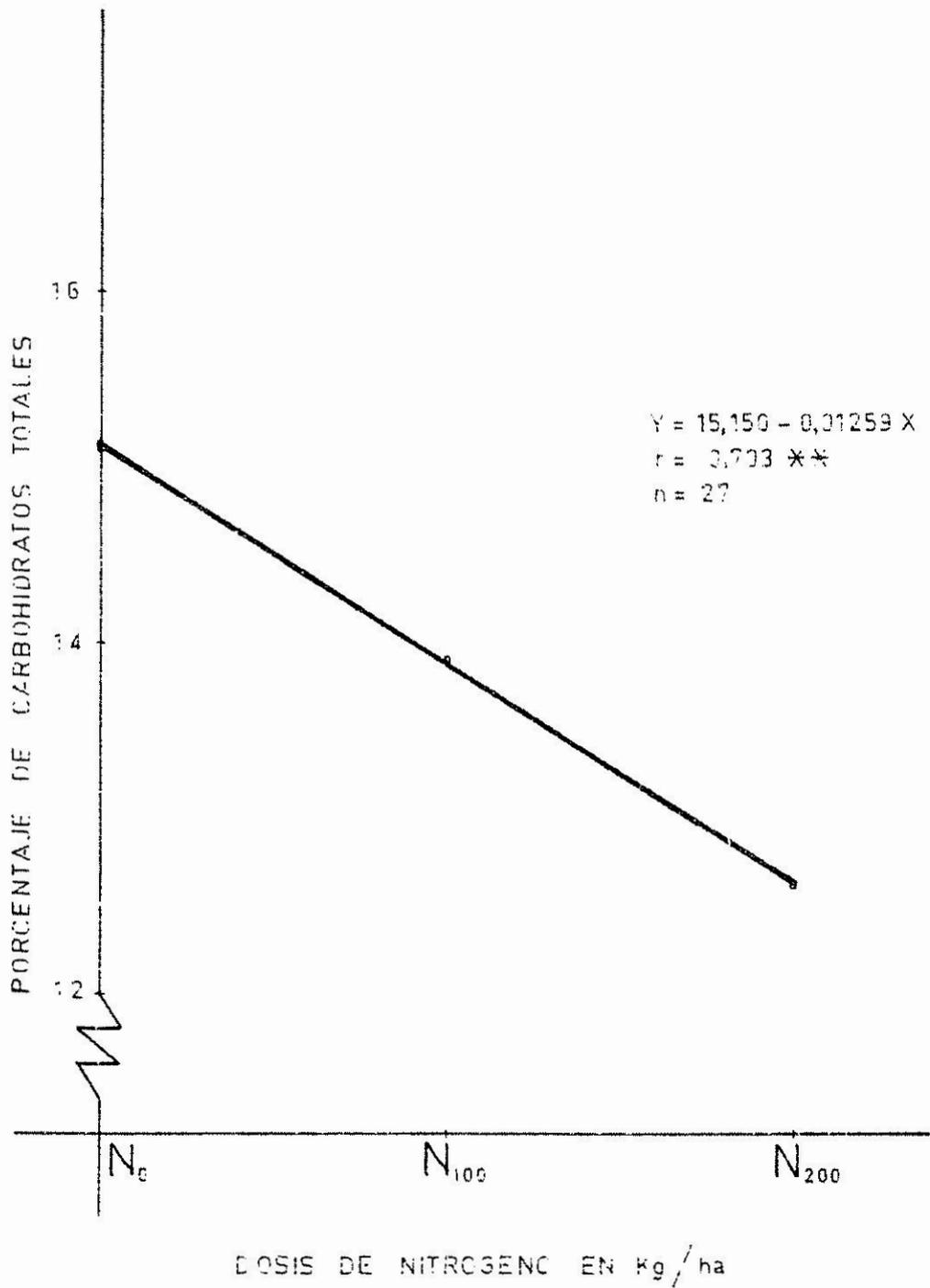


Fig. 10. Respuesta en porcentaje de carbohidratos a las dosis de N aplicadas al suelo

al suelo, indica mayor valor nutritivo. Un suelo con buena provisión de nitrógeno (2) produce en los vegetales un incremento en la formación de proteínas. Voisin (68) recomendó el aporte de abono nitrogenado al suelo para aumentar ligeramente el contenido de proteína bruta con un aumento simultáneo del rendimiento; una insuficiencia o un exceso de nitrógeno limita la calidad de la proteína y que existe una cantidad óptima. En la Figura No. 9 se aprecia la tendencia de la respuesta en porcentaje de proteínas de los tubérculos de oca a la dosis de nitrógeno aplicados al suelo.

La correlación negativa entre la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo por hectárea y el contenido de hidratos de carbono totales en los tubérculos de oca concuerda con los conceptos de Cooke (19) quien indicó que el nitrógeno reduce el porcentaje de materia seca. En el Cuadro No. 11 se observa que los carbohidratos totales son los mayores constituyentes de la materia seca. Asimismo la Figura No. 10 muestra la forma de respuesta en porcentaje de carbohidratos totales en los tubérculos de oca a la aplicación de los distintos niveles de nitrógeno.

5. CONCLUSIONES

De los resultados de fertilización con N P K para apreciar la influencia en el rendimiento y calidad de los tubérculos de oca (Oxalis tuberosa Mol.) se derivan las siguientes conclusiones:

1. Los nutrimentos nitrógeno, fósforo y potasio tuvieron efectos principales altamente significativos en la producción de tubérculos.
2. Las interacciones de primer y segundo orden de los nutrimentos aplicados son también altamente significativas en la producción.
3. La respuesta de rendimiento en Kg/ha de tubérculos de oca como respuesta a los tres niveles de los elementos, aportados en los fertilizantes, se ajustan a una ecuación de regresión de segundo grado según las fórmulas:

$$N \quad Y_{\text{Kg cosecha/ha}} = 20.546 + 36,25X_{\text{Kg N/ha}} - 0,201X^2_{\text{Kg N/ha}}$$

$$\frac{P_2O_5}{\quad} Y_{\text{Kg cosecha/ha}} = 19.485 + 40,00X_{\text{Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}} - 0,162X^2_{\text{Kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}}$$

$$\frac{K_2O}{\quad} Y_{\text{Kg cosecha/ha}} = 17.771 + 47,10X_{\text{Kg K}_2\text{O/ha}} - 0,100X^2_{\text{Kg K}_2\text{O/ha}}$$

4. Las dosis óptimas económicas de los nutrientes, por hectárea son:
65 Kg de N, 100 Kg de P_2O_5 y 208 Kg de K_2O .
5. Las interacciones NP y NK fueron las más importantes en el rendimiento de tubérculos de oca.
6. Hay correlación positiva y altamente significativa entre el nitrógeno aplicado al suelo y el contenido de proteínas en los tubérculos de oca, que da mayor calidad nutritiva.
7. La correlación de nitrógeno aplicado al suelo y el contenido de hidratos de carbono, en los tubérculos de oca, es negativa y altamente significativa.

6. RESUMEN

Los rendimientos de tubérculos de oca (Oxalis tuberosa Mol.) y la calidad nutritiva como respuesta a las combinaciones de los tres niveles de N, P₂O₅ y K₂O fueron estudiadas en un experimento conducido en la serie de suelos de San Lorenzo de la Estación Experimental del Mantaro (Perú), que se encuentra a 3.316 m sobre el nivel de mar. El trabajo se realizó de octubre de 1966 a abril de 1967.

Los niveles de N, P₂O₅ y K₂O fueron de 0, 100 y 200 Kg/ha y se combinaron en 27 tratamientos, al haberse empleado un factorial de 3 x 3 x 3 y en parcelas confundidas en cuatro grupos de bloques. De los resultados obtenidos son de mayor importancia los siguientes:

- a. Los nutrimentos N, P₂O₅ y K₂O aumentaron los rendimientos de tubérculos de oca y así mismo las interacciones respectivas de primer y segundo orden fueron altamente significativas.
- b. La correlación de nitrógeno aplicado al suelo y el contenido de proteínas en los tubérculos de oca fue positiva y altamente significativa.

6a. SUMMARY

The yield of the oca (Oxalis tuberosa Mol.) and the nutritive quality like result of the combination of the three components N, P₂O₅ and K₂O were studied in a series of San Lorenzo soils of the Mantaro (Perú) Agricultural Experiment Station, which is at 3.316 meters of altitude. The experiment took place from October 1966 to April 1967.

The levels of N, P₂O₅ and K₂O were : 0, 100 and 200 Kg/ha respectively, combined in 27 treatments. A factorial of 3 x 3 x 3 was used in parcels of land arranged in four blocks. From the results the following were of importance:

- a. The nutriments N, P₂O and K₂O increase the yield of oca, at the same time the interactions of first and second order were highly significant.
- b. The correlation of nitrogen applied to the ground and the protein found in the oca was positive and highly significant.

7. LITERATURA CITADA

1. ACOSTA, J. DE. Historia natural y moral de las Indias. 2a ed. Mexico, Fondo de Cultura Económica, 1962. 444 p.
2. AGUIRRE ANDRES, J. Suelos abonos y enmiendas. Madrid, Dossat, 1963. 451 p.
3. ALANDIA BORDA, S. Producción de semilla sexual en oca. Sayaña (La Paz) 5 (2): 12-15. 1967.
4. _____. Enfermedades de la oca. Sayaña (La Paz) 5(2):20-24. 1967.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, WASHINGTON. Official methods of analisis. 9th. ed. Washington Board, 1960. 832 p.
6. AWAD, M. Los síntomas visuales. In Simposio, evaluación de métodos para determinar necesidades de fertilizantes de los cultivos, Lima, Noviembre 14-15, 1967. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Dirección Regional para la Zona Andina, Programa de Investigación Agrícola, 1967.
7. BAZAN DE SEGURA, C. Principales enfermedades de las plantas en el Perú. Estación Experimental Agrícola de La Molina. Boletín No.51. 1953. 46 p.
8. BONNER, J. y GALSTON, A.W. Principios de fisiología vegetal. Traducción del inglés por Federico Portilla. 2a. ed. Madrid, Aguilar, 1961. 485 p.
9. BUKASOV, S.M. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Traducido de la versión al inglés de M.H. Byleveld y anotado por Jorge León. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea no. 20. 1963. 261 p.
10. CALZADA BENZA, J. et al. Efectos del abonamiento usando fertilizantes con elementos mayores, solos o combinados. Perú. Dirección General de Agricultura. Divulgaciones e informaciones no. 5, 1955. 34 p.
11. _____. Métodos estadísticos para la investigación. 2a. ed. Lima, talleres Sesator, 1964. 494 p.
12. CARDENAS, M. Informe sobre trabajos hechos en Bolivia sobre oca, ulluco y mashua. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Comunicaciones de Turrialba no. 63. 1958. 49 p.
13. CARDICH, A. Los yacimientos de Lauricocha. Centro Argentino de Estudios Prehistóricos (Buenos Aires). Studia Prehistórica I. 1958. 65 p.
14. CHAMINADE, M.R. Principios de fertilización en regiones tropicales. Fertilité no. 8:3-9. 1959.

15. CHOUDHURI, H.C. y CHOUDHURI, S.R. Fertilizer trials with different sizes of seed potatoes and different planting distances. *American Potato Journal*, 35(5):526-533. 1958.
16. CHOY, E. Sobre domesticación de plantas en América. *Revista del Museo Nacional (Lima)* 29:247-280. 1960.
17. COLLAZOS CH., C., et al. La composición de los alimentos peruanos. 2a. ed. Lima, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1957. 38 p. (De los anales de la Facultad de Medicina Tomo 40, no.1, Julio de 1957).
18. COOK, O.F. Perú as a center of domestication; tracing the origin of civilization through the domesticated plants. *The Journal of Heredity*. 16(3):94-110. 1925.
19. COOKE, G.W. Fertilizantes y sus usos. Traducción del inglés por Alonso Blackaller Valdez. México, Continental, 1965. 180 p.
20. DEMOLON, A. Principios de agronomía; crecimiento de vegetales cultivados. Traducción de la 5a edición francesa por José Pérez Malla. Barcelona, Omega, 1966. v.2, 587 p.
21. DIAZ F.J., GARCIA G., A y MARTIN R., A. Nematode dorado de la papa. Perú, Servicio de Investigación y Promoción Agraria. Boletín técnico no. 34. 1962. 12 p.
22. DONAHUE, R.L. Soils; an introduction to soils and plant growth. 5th ed. Englewood Cliffs, N.J. United States of America, Prentice-Hall, 1964. 349 p.
23. FOGGS, G.E. El crecimiento de las plantas. Traducción del inglés por Jorge Wright. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1967. 327 p.
24. GAGLIARDO GAMARRA, C.A. Respuesta de la papa a la aplicación de diferentes niveles de N, P₂O₅ y K₂O y sus interacciones en el Valle de Chíncha. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú, Univ. Agraria, 1966. 58 p.
25. GROS, A. Abonos; guía práctica de la fertilización. Traducción del francés por Ramón Olalquiaga Soriano. II 3a. ed. Madrid, Mundi-Prensa, 1966. 397 p.
26. GUITIAN OJEA, F. Técnicas de análisis de suelos; experiencias de campo. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Monografías de Ciencia Moderna no. 70. 1964. 165 p.
27. HARDY, F. Suelos y ecología de la región cacaotera de Ecuador. *Cacao (Costa Rica)* 9(2):1-23. 1964.
28. HERCE, P. Análisis agrícola; fundamentos y técnicas operativas. Madrid, Dossat, 1963. 904 p.

29. HERRERA, F.L. Precursores de los estudios botánicos en el Departamento del Cuzco. Revista del Museo Nacional (Lima) 7(1):55-130. 1938.
30. HORLACHER, H. El abonamiento de la remolacha azucarera. Alemania. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH. Boletín Verde no. 10. 1959. 43 p.
31. IGNATIEFF, V. y PAGE, H.J. El uso eficaz de los fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudios Agropecuarios no. 43. 1960. 379 p.
32. INFANTES VERA, J.G. Estudio taxonómico, histológico y etnobotánico de algunas plantas útiles del Perú. Revista de Ciencias (Lima) 64 (519-520):35-72. 1962.
33. JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. Traducción del inglés por José Beltrán Martínez. Barcelona, Omega, 1964. 662 p.
34. JACOB, A. y UEXKULL, H. VON. Fertilización; nutrición y abono de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducción del alemán por L. López Martínez de Alva. 2a ed. Wageningen, Holanda, Veenman, 1964. 626 p.
35. JACOBY, T. Nutrición y abono de tubérculos tropicales. Alemania. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mb H. Boletín Verde no. 19. 1965. 34 p.
36. LAUGHLIN, W.M. Spray concentrations of potassium chloride and potassium sulfate affect potato growth, yields, and chemical composition. American Potato Journal. 39(3):100-106. 1962.
37. LEON, J. Presentación del proyecto. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Comunicaciones de Turrialba no. 63. 1958. 49 p.
38. _____. Plantas alimenticias andinas. Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. Boletín Técnico no. 6. 1964. 112 p.
39. LOESE, H.W. VON y KERTESZ, Z.I. Química de las frutas y verduras de cultivo. En FREAR, DONALD E.H., comp. Tratado de química agrícola. Traducción del inglés por Adolfo Rancaño. Barcelona, Savat, 1956. v.2, 693 p.
40. LOPEZ RITAS, J. El diagnóstico de los suelos y plantas. Madrid, Mundi-Prensa, 1967. 267 p.
41. LOUGHMAN, B.C. Uptake and utilization of phosphate associated with respiratory changes in potato tuber slices. Plant Physiology. 35(4): 418-424. 1960.
42. MALHERBE, I. DE V. Soil fertility. 5th. ed. London, Oxford University, 1964. 304 p.

43. MANTARI CAMARGO, C. El mejoramiento del cultivo de las ocas (Oxalis tuberosa Mol). Perú. Dirección General de Agricultura. Divulgaciones e informaciones no. 3. 1955. 16 p.
44. MARCO BARO, L. Manual de tierras y fertilizantes. Barcelona, Aedos, 1963. 228 p.
45. MARTIN RAVINES A., et al. El nematode dorado de la papa. Perú. Servicio de Investigación y Promoción Agraria. Boletín no. 6. 1963. 20 p.
46. MCCOLLUM, R. y VALVERDE SUAREZ, C. Fertilización del cultivo de la papa en el Perú. Estación Experimental Agrícola de La Molina. Boletín no. 17. 74 p.
47. MEYER, B.S., ANDERSON, D.B. y BOHNING, R.H. Introducción de la fisiología vegetal. Traducción del inglés por Luis Guibert. Buenos Aires, Editorial Universitaria (EUDEBA), 1966. 579 p.
48. MILLAR, C.E. Fertilidad del suelo. Traducción del inglés por Valentín Hernando. Barcelona, Salvat, 1964. 477 p.
49. MORO S., M., ed. Centros de Investigación de IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales de Altura). Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Segundo Boletín Extraordinario. 1967. 213 p.
50. ORBEGOSO ALVARES, G. Estudio sobre la estructura y variedad de la oca (Oxalis tuberosa Mol.). Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 88 p. (mimeografiado).
51. ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS. Informe sobre la ingegración económica y social del Perú central. Washighton, D.C., Union Panamericana, 1961. V.2 (apéndice I), 73 p.
52. PANSE, V.G. y SUKHATME, P.V. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas, Traducción del inglés por Ana María Flores y María Guadalupe Lomelí. 2a. ed. México, Fondo de Cultura Económica, 1963. 349 p.
53. PATIÑO, V.M. Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial; plantas alimenticias. Cali, Imprenta Departamental, 1964. v.2, 364 p.
54. PATTERSON, J.B.G. Fertilizantes agrícolas. Traducido del inglés por Horacio Marco Moll. Zaragoza, España, Acribia, 1967. 206 p.
55. PEREZ ARBELAES, E. Plantas útiles de Colombia; ensayo de botánica colombiana aplicada. Bogotá, Imprenta Nacional, 1947. 537 p.

56. PERU. CONVENIO DE COOPERACION TECNICA-ESTADISTICA Y CARTOGRAFIA. Estadística agraria-Perú 1965. Lima, 1966. 510 p.
57. PIMENTEL GOMEZ, F. Curso de estadística experimental. 2a. ed. Piracicaba, Brasil, Universidad de Sao Paulo, 1963. 384 p.
58. PUIG, I. Curso general de química. 10a. ed. Barcelona. Marín, 1955. 918 p.
59. QUEVEDO, F., et al. Mapa agrológico del Valle del Mantaro. Lima, Talleres del Instituto Geográfico Militar, 1960.
60. RAYMONDI, A. El Perú. Lima, Editores Técnicos Asociados, 1965. v.2, 475 p.
61. RODRIGUEZ MOÑOS, H.S. Respuesta de la papa al abonamiento mineral en dosis crecientes de nitrógeno, fósforo y potasio. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro, 1967. 70 p. (mimeografiado).
62. RODRIGUEZ SANCHEZ, J. E. Estudio de la respuesta a la aplicación del nitrógeno, fósforo y potasio y sus interacciones en el cultivo de la avena (avena sativa L.) en el Valle del Mantaro. Tesis Ing. Agrónomo. Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro, 1968. 30 p. (mimeografiado).
63. ROEL PINEDA, V. Economía agraria peruana. 2a. ed. Lima, s.e., 1961. V.1, 277 p.
64. ROJAS GARDUEÑAS, M. Principios de la fisiología vegetal. México, Universidad Nacional Autónoma, 1959. 234 p.
65. SOMMERFELDT, T.G. y KUNUSTON, K.W. Effect of nitrogen and phosphorus on the growth and development of Russet Burbank potatoes grown in southeastern Idaho. American Potato Journal. 42(12):351-360. 1965.
66. THOMPSON, L.M. El suelo y su fertilidad. Traducción de la 2a ed. inglesa por Ricardo Clará Camprubí. Barcelona, Reverté, 1962. 409 p.
67. TOWLE, M.A. The ethnobotany of pre-columbian Perú. New York, Wenner Green Foundation for Anthropological Research, 1961. 180 p.
68. VOISIN, A. Nuevas leyes científicas en la aplicación de los abonos. Traducido del francés por Justo Nombela. Madrid, Tecnos, 1966. 150 p.
69. WATSON CISNEROS, E. Población e ingreso nacional. Lima, Ministerio de Agricultura, 1964. 39 p. (mimeografiado).
70. WEBERBAUER, A. El mundo vegetal de los Andes peruanos. ed. rev., Lima Ministerio de Agricultura, 1965. 776 p.

71. WIDDOWSON, F.V. y PENNY, A. Results of an experiment at Woburn testing farmyard manure and N, P and K fertilizers on five arable crops and a long lay. The Journal of Agricultural Science. 68(1):95-102. 1967.
72. WILLE, J.E. y BAZAN DE SEGURA, C. La anguilula dorada, Heterodera rostochiensis, una plaga del cultivo de las papas, recién descubierto en el Perú. Centro Nacional de Investigación y Experimentación Agrícola La Molina. Boletín no. 48. 1952. 17 p.
73. YACOVLEFF, E. y HERRERA, F.L. El mundo vegetal de los antiguos peruanos. Revista del Museo Nacional (Lima) 3(3):243-322. 1934.