



**Universidad de la Republica**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

FERTILIZACION N-P EN MAIZ PARA SILO

**por**

*Alcira CREMONA OTAZU*

*Daniel VEZZOSO QUINAZ*

T E S I S

**1990**



T. 2049

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FERTILIZACION N-P EN MAIZ PARA SILO

por

Alcira CREMONA OTAZU  
Daniel VEZOSO QUINAZ



FACULTAD DE AGRONOMIA TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.  
DEPARTAMENTO DE Extensión Agrícola-Ganadera y  
DOCUMENTACION Y Granjera.  
BIBLIOTECA

Montevideo  
URUGUAY  
1989

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Omar Nelson CASANOVA LA CRUZ  
Nombre completo y firma

Ing. Agr. José Pedro ZAMALVIDE  
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Emigdio LAZBALL  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: Alcira CREMONA OTAZU  
Nombre completo y firma

Daniel VEZZOSO QUINAZ  
Nombre completo y firma

## AGRADECIMIENTOS

- Al Ing.Agr. Omar N. CASANOVA por su dirección y apoyo en el trabajo realizado.

- Al Ing.Agr. Jorge HERNANDEZ por su colaboración en el procesamiento de los datos estadísticos.

- A los Sres. Avondet, Santos, Kunze y Enss por haber cedido gentilmente sus establecimientos para la realización de los ensayos.

- Al personal de Laboratorio de Suelos por su apoyo en la realización de los análisis.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	IV
I. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	2
II.1 PRODUCCION DE MATERIA SECA Y CALIDAD	
PROTEICA .....	2
II.1.1 <u>Materia Seca</u> .....	2
II.1.2 <u>Proteína Cruda</u> .....	2
II.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE MAIZ ....	3
II.2.1 <u>Tipo de suelos</u> .....	3
II.2.2 <u>Disponibilidad de agua</u> .....	4
II.2.3 <u>Malezas</u> .....	6
II.2.4 <u>Población y Distribución</u> .....	7
II.2.5 <u>Fertilización</u> .....	9
II.2.5.1 Nitrógeno .....	10
II.2.5.2 Fósforo .....	15
II.2.5.3 Potasio .....	17
II.2.6 <u>Localización del Fertilizante</u> .....	19
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	25
III.1 LOCALIZACION .....	25
III.2 SUELOS .....	25

	Página
III.3 MANEJO DE LOS ENSAYOS .....	25
III.4 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	27
III.5 TOMA DE MUESTRAS DETERMINACIONES REALIZADAS....	28
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	30
IV.1 CONSIDERACIONES GENERALES .....	30
IV.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	30
V. <u>CONCLUSIONES</u> .....	67
VI. <u>RESUMEN</u> .....	69
VII. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	71
VIII. <u>APENDICE</u> .....	77
Figura N <sup>o</sup>	
A. Curva de crecimiento Planosol .....	59
B. Curva de crecimiento Vertisol .....	59
C. Curva de crecimiento Brunosol-Kunze .....	60
D. Curva de crecimiento Brunosol-Enss .....	60
E. Nitrógeno absorbido a lo largo del cultivo (Planosol)	61
F. Nitrógeno absorbido a lo largo del cultivo (Vertisol)	61
G. Nitrógeno absorbido a lo largo del cultivo (Brunosol- Kunze) .....	62
H. Nitrógeno absorbido a lo largo del cultivo (Brunosol-Enss) .....	62

## I. INTRODUCCION

En los últimos años el empleo del ensilaje de maíz ha cobrado mayor importancia entre los productores lecheros, lo que ha llevado a un aumento del área sembrada de maíz para ensilar.

Según Bob Linton (1977) se puede llegar a cubrir hasta 40% de los requerimientos totales de las vacas produciendo leche y hasta el 75% en vacas preñadas y animales jóvenes, sin disminuir el comportamiento en comparación con animales consumiendo solamente pasturas.

Correctamente ensilado, el maíz es un alimento de elevado contenido energético, aunque su nivel proteico y de algunos minerales es algo bajo. Es así que considerando el aumento en la proteína total del forraje (0.86%) provocado por la fertilización nitrogenada podría llevar a consideraciones económicas, la realización de esta práctica con la finalidad de disminuir los requerimientos de otro tipo de suplementación.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### II.1 PRODUCCION DE MATERIA SECA Y CALIDAD PROTEICA

#### II.1.1 Materia Seca

El contenido de materia seca del ensilaje de maíz es tá directamente relacionado con el estado de crecimiento y por lo tanto con el tenor de MS del cultivo al momento de co secha. Es en este momento que el grano representa alrededor de un 50 - 60% de la MS total y es la fracción que más nutrientes aporta al ensilaje (Kächele y De León 1983).

Es así que lo recomendable es cosechar el maíz para silo con un tenor de MS superior a 30%, cuando la planta en tera entra en estado de madurez fisiológica (Pizarro et al 1978, Silveira 1979, Kächele 1983).

Johnson et al (1966) determinaron la fecha óptima de ensilaje teniendo en cuenta la producción de MS y la PC. Es tos autores encontraron como momento ideal de cosecha del maíz para ensilaje el de grano lechoso a pastoso.

#### II.1.2 Proteína Cruda

Silva et al (1973) realizaron ensilaje cuando el maíz estaba en estado de grano pastoso y obtuvieron valores alre dedor de 6,6% de PC. A su vez Carneiro et al (1982) encontra

ron valores alrededor de 7,7% de PC en el mismo estado de grano.

Diferentes autores indican que la planta de maíz disminuye rápidamente su contenido de PC en el estado de madurez final (Johnson et al 1966, Sherrod et al 1968, Kächele y De León 1983) y particularmente a medida que avanza el estado de madurez desde floración hasta grano maduro. Sostienen que esa reducción del porcentaje de PC con la madurez se compensa con el incremento en la producción de MS.

## II.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE MAIZ

Existen varios factores que se podrían citar como influyentes en la variación de los rendimientos de maíz entre ellos: tipo de suelo, disponibilidad de agua, población, enmalezamiento y fertilización, entre otros.

### II.2.1 Tipo de suelos

Schrader y Pierre (1966) citado por G. Fernández (1982) sostienen en base a muchos años de observaciones en el cinturón maicero de Estados Unidos, que el suelo ideal para maíz es un suelo profundo, moderadamente permeable, de textura media y pendiente suave.

En nuestro país según el Boletín de CIAAB N° 26 las principales zonas agrícolas incluyen suelos del tipo medio y pesados (Vertisoles, Brunosoles y Planosoles) consideran

do el suelo apto para la producción de maíz con las siguientes características:

Profundidad total: mayor a 60 - 70 cm

Suelo arcilloso: horiz. A mayor a 25 cm

Suelo arenoso: horiz. A mayor a 35-40 cm

En ensayos realizados sobre praderas arenosas y suelos negros vertisólicos se ha observado que en general el cultivo se adapta bien a ambos tipos de suelos y que en condiciones no limitantes de agua, los suelos vertisólicos han superado a las praderas arenosas.

### II.2.2 Disponibilidad de agua

Para producir maíz lo primordial en cuanto al tipo de suelo es su capacidad para acumular agua disponible y suministrarla al cultivo en los períodos de escasez de lluvias. Este cultivo es muy sensible al déficit hídrico, especialmente durante las tres semanas anteriores a la liberación del polen.

Los elevados requerimientos de nutrientes y agua hacen que en esta etapa cualquier déficit resulta en daños permanentes a las estructuras reproductivas de la planta y por lo tanto en el rendimiento.

Cummings y Dobson (1973) en ensayos realizados en dos regiones diferentes observaron, que cuando el maíz crece con adecuada distribución de lluvias y temperatura tiende a tener mayor proporción de espigas y hojas y menor de tallos, lo que va a afectar la calidad del silo.

Según Llanos Company (1984) los rendimientos de maíz tanto en grano como forraje presentan una alta correlación con las cantidades de agua aportadas por las lluvias o riego.

Durante los primeros estados de crecimiento, una relativa escasez de agua induce a un mayor crecimiento radicular en profundidad permitiendo a las plantas resistir mejor posteriores déficits. Sostiene que el déficit hídrico reduce el rendimiento en un 20% aproximadamente y si dicho régimen se prolonga 6 - 8 días el rendimiento se reduce un 50%.

Pena y Tarallo (1983) hacen referencia a una reducción en la tasa fotosintética de 40 - 50% en condiciones de déficit hídrico.

Aldrich (1974) y Llanos Company (1984) afirman que el maíz bien fertilizado utiliza más eficientemente el agua y absorbe más cantidad, como consecuencia de que el sistema radicular es más profundo, si existen reservas de agua en el subsuelo y además a que tiene una mayor capacidad para extraer agua de los poros pequeños y delgadas películas de agua que rodean las partículas del suelo.

En un año seco las ventajas se encuentran a favor de una buena fertilización la que incrementa los rendimientos en casos donde el subsuelo está recargado de agua en el momento de la siembra.

Muchos ensayos señalan que altos niveles de fertilización nitrogenada no son necesarios cuando el potencial de agua del suelo limita el crecimiento. (Taylor 1972), cita

do por Ferrés y Malet 1982).

Estos autores citan que varios resultados de inves  
tigaciones señalan que la mineralización de nitrógeno orgá  
nico del suelo se efectúa a una velocidad gradualmente ma  
yor a medida que el agua del suelo aumenta desde seco al  
aire hasta capacidad de campo. También hay casos donde la  
sequedad del suelo limita más el rendimiento en N de las  
plantas que el de MS, esto sucede cuando el subsuelo apor  
ta agua pero poco N y el suelo superficial suministra N pe  
ro poca agua.

La época de siembra y la variedad determinan el mo  
mento de la floración y se deben dar las condiciones de hu  
medad adecuadas en ese momento.

Claasen y Shaw (1970) observaron que la máxima re  
ducción en la producción de MS fue aproximadamente de un  
15% a 17% como resultado de un período de stress de agua de  
3 semanas antes que se diera un 75% de las plantas en flora  
ción. Tanto el empanojado, como la floración fueron diferi  
das en el tiempo por stress de agua.

Según el boletín de CIAAB N° 26 la respuesta a la  
fertilización depende en alto grado de las características  
climáticas de cada verano, en años húmedos la fertilización  
produjo aumentos importantes en los rendimientos mientras -  
que en los secos no se observó respuesta a la fertilización.

### II.2.3 Malezas

Es importante también tener en cuenta el daño provo

cado por las malezas. Se han encontrado pérdidas entre 10 al 84% del rendimiento dado por la presencia de malezas (Doth 1975, citado por Rossi (1976) y por Amézaga y Matiauda 1984). Se encontraron también disminuciones del 50% en el contenido de agua en los suelos y 20% en el contenido de N en hojas de parcelas enmalezadas frente a desenmalezadas.

A su vez, el número de plantas a la cosecha se ha visto reducido en un 44% en años secos y 17% en años húmedos en parcelas enmalezadas. También se vió afectado el número de espigas por planta y el peso de las espigas, el peso y número de mazorcas por planta, altura de las plantas, todo lo cual tiende a disminuir el rendimiento final. ( Pergamino, EERA Arg. citado por G. Fernández 1982).

Muchos trabajos coinciden en que el momento en que más inciden las malezas en el cultivo es desde germinación hasta comienzo de las etapas reproductivas, siendo su efecto nocivo a partir de la cuarta hoja y hasta la 8va. y 12 va. hoja, dependiendo del menor o mayor período de déficit hídrico provocando daños irreversibles para el cultivo ( Leguizamón 1970), Rossi 1976, citados por Amézaga y Matiauda-1984).

#### II.2.4 Población y Distribución

Para una misma población de plantas la intercepción de la luz es afectada por la distribución de las mismas. Esto es importante considerarlo ya que se puede usar la distribución de plantas como factor de manejo para solucionar problemas de agua, luz, etc.

La relación producción de MS - población es asintótica, pero la relación producción de grano-población es parabólica, por lo tanto en maíz para silo se debe encontrar un óptimo poblacional que logre un equilibrio entre cantidad y calidad de la MS del grano y del forraje (Jordan 1950 citado por Alexander 1963). Este autor también demostró que suceden aumentos del rendimiento de MS con el agregado de N y con el aumento de la población.

Genter y Camper (1973) encontraron respuesta positiva al rendimiento en grano y MS con aumentos de la población hasta 50.000 plantas, a partir de la cual sólo se observan diferencias significativas para el rendimiento de MS pero no para el de grano.

La MS alcanza su máximo a 80 - 90.000 plantas por ha y luego permanece constante mientras que el rendimiento de grano comienza a descender luego de las 70.000 pl/ha.

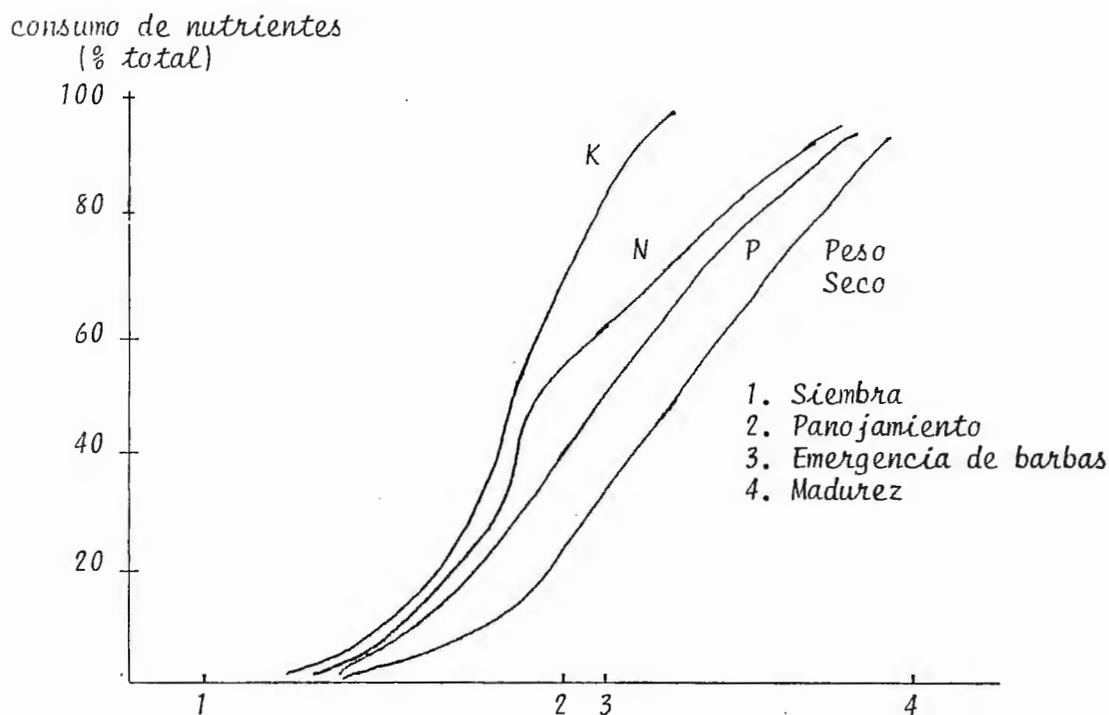
Phipps y Weller 1979 encontraron que baja el porcentaje de MS al aumentar la densidad de población, lo que concuerda con Rutger y Crowder (1967), que señalan un retardo de la madurez en las más altas densidades comprobado por el descenso en el porcentaje de la MS al aumentar la población pasando de 42% de MS para 50.000 pl/ha, a 40% para 88.000 pl/ha, y a 38.7% para 123.000 pl/ha.

Machado et al (1982) indican que la variación en la densidad de plantas producen alteraciones morfológicas y fisiológicas, sin alterar la distribución relativa de MS entre los diversos órganos componentes de la planta. Tam

bién al incrementarse la densidad de población baja el peso seco por planta y baja el área foliar por planta.

### 11.2.5 Fertilización

En la estación de crecimiento la acumulación de nutrientes sigue el mismo patrón que el de MS (Hanway 1960).



Consumo de nutrientes en maíz (Adaptado de Hanway, 1960)

Se observa que en el inicio de la estación de crecimiento las plantas absorben pocos nutrientes. La tasa de absorción se incrementa recién a partir de la 3er. semana luego de la emergencia. El N y P son absorbidos rápidamente hasta cerca de la madurez y la absorción de K se completa en

la emergencia de las barbas.

Eik y Hanway (1966) encontraron que alrededor de 15 días luego de la emergencia de las plantas se produce una rápida acumulación de materia seca. Esta continúa a lo largo de los 45 días luego de la floración pero a un ritmo de acumulación menor.

Cuando el grano comienza a desarrollarse se translocan hacia él, nitrógeno, fósforo y parte del potasio absorbidos. En la cosecha del maíz para silo, con el grano son removidos el N y el P; y en hojas y tallos la mayor parte del K. De aquí la importancia que se le debe dar a la fertilización cuando se realiza maíz para silo sobre todo en lo referente a K.

*II.2.5.1 Nitrógeno* Es un elemento indispensable para la vida de la planta y sus efectos se hacen sentir principalmente sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del grano (Llanos Company 1984).

El maíz absorbe la mayor parte del N en forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ) si bien cuando la planta es joven las raíces pueden tomar del suelo más rápidamente las formas amoniacaes del N ( $\text{NH}_4$ ) que las nítricas. Al final del ciclo la proporción de N absorbido en forma nítrica llega a ser un 90% del total extraído del suelo.

Ya que la mayor parte del N existente en el medio nutritivo es absorbido por las raíces en forma de nitratos, es de importancia que los procesos de nitrificación (transformación)

mación de formas amoniacales a nítricas) se desarrollen ac  
tivamente en los suelos.

El N en el suelo en su mayor parte se encuentra ba  
jo la forma orgánica y también en formas inorgánicas como ser:  
óxido nitroso, nítrico y nitratos. Estos tres últimos es  
tán en la solución del suelo y serán los que las plantas u  
tilicen, sin embargo se encuentran en cantidad relativamen-  
te pequeñas (menos de 2% del total) (Llanos Company 1984).

Rabuffetti, A. 1987 señala que la mayoría de los  
suelos agrícolas contienen entre 0,02 - 0,4% del N. Estas  
cantidades dependen de la acción de una serie de factores en  
tre los cuales se encuentran: clima, vegetación, topografía,  
drenaje, material madre, influencia del hombre, tiempo du  
rante el cual han actuado estos factores, etc. El clima qui  
zás sea el más importante en determinar el contenido de ni  
trógeno en el suelo, actuando a través de la temperatura, las  
precipitaciones, regulando el crecimiento vegetal y la acti  
vidad microbiana.

La cantidad de iones  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$  que son los que ab  
sorben las plantas dependen de las reservas de N orgánico -  
que pueda liberarse así como de las cantidades de fertilizan  
te nitrogenado agregado. Ese N orgánico liberado depende del  
balance que existe entre los factores que afectan la minera  
lización, la inmovilización y las pérdidas del suelo. (Rabu  
ffetti A. 1987).

Dentro de las fuentes de N que se disponen se en  
cuentran:

- fuentes orgánicas de N: estiércol y restos de cultivo o de cosechas;
- fuente inorgánicas del N: los diferentes fertilizantes nitrogenados;
- residualidad de la fijación.

El cultivo debe disponer de cierta cantidad de N para las primeras semanas y abundante cantidad durante las 3- 4 semanas previas a la salida de las panojas (Fernández, G. 1982).

En las plantas de maíz sucede que el aumento de la dosis de N aumenta más el peso de los granos que la paja, ya que el maíz no puede aumentar sus macollos y por eso responde con mayor producción de granos pudiendo aumentar la relación de  $1/3$  a  $1/1$  (Krantz y Chandler (1951) citado por G. Fernández. (1982).

El peso de las espigas, el número de plantas con dos espigas, aumenta con el agregado de N. Pequeñas dosis de N aplicadas precozmente (antes que las plantas tengan 20 cm. de altura) aumentan el número de granos/espiga (Fernández, G. 1982).

Communis citado por Genter y Camper (1973) encontró una mayor proporción de espigas y menor de tallo luego que se fertilizó con N, lo que redundó en un aumento de la digestibilidad in vitro del forraje.

Hanway (1962) estudió el crecimiento del maíz con

diferentes niveles de fertilidad, encontrando que la tasa de acumulación de materia seca fue lineal durante la mayor parte de la estación de crecimiento pero esta tasa fue diferente para los distintos niveles de fertilización. Este autor concluyó que diferencias en la fertilización del suelo lo fueron también en la tasa de acumulación de materia seca pero que se influyó en todas las partes de la planta por igual.

El rendimiento total de materia seca y de grano en plantas con diferentes niveles de fertilización fue proporcional al peso de las hojas a pesar de que la composición química de las mismas fue muy variable.

Otros autores (Doss, King, Patterson 1970) sí encontraron un efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre las proporciones de los componentes de plantas pero no fue considerado de importancia.

Hanway (1962) sostiene que la más rápida absorción del N en maíz se da durante el período de mayor acumulación de MS. Este período para un maíz plantado en la última semana de abril (HN) se da en la primera semana de julio (HN). Parte del N puede encontrarse como  $\text{NO}_3$  y se puede perder si se dan las condiciones favorables para la lixiviación o denitrificación antes que de ser absorbido por la planta de maíz.

Quizás esto sea la explicación de las diferencias entre lugares, entre dosis, ya que las diferencias aparecen entre dosis menores, donde una pérdida no deja manifestar las diferencias entre agregados de diferentes dosis. Es así que

según cuando se den las condiciones favorables para la pérdida de N, serán las diferencias que aparecerán entre los diferentes momentos de aplicación del mismo.

La cantidad y tasa de mineralización del N en el suelo son importantes componentes que pueden ser usados para predecir la aplicación de fertilizantes nitrogenados pre plantación y evaluar las necesidades de una fertilización nitrogenada durante el crecimiento del cultivo.

La cantidad de N residual, la tasa y cantidad de la mineralización del N en el suelo por las fuentes orgánicas y las necesidades individuales de cada cultivo deben ser consideradas cuando se estima un óptimo de aplicación de fertilizante nitrogenado en el suelo (Westermann y S.E. Crothers, 1980).

En la E.E.N. (Labella, 1976) realizó experimentos donde concluyó que la respuesta a la fertilización nitrogenada no es segura, pudiéndose sólo esperar respuesta en veranos húmedos o suelos muy degradados en cuanto a su fertilidad natural.

Black (1960) citado por Carámbula y Pizarro (1973) observó que la no disponibilidad de agua afecta más al N que al P y K. Estos mismos autores indican lo complejo del uso de la fertilización nitrogenada en cultivos estivales, lo poco seguro, debido a la incidencia de distintos factores como ser: déficit de humedad, malezas, pérdidas ya sea por volatilización, inmovilización, compactación, pH del suelo, etc.

Este autor en 1975 sostiene que altas fertilizaciones nitrogenadas mejoran los altos rendimientos en años con adecuadas lluvias, pero no en años secos, lo mismo que suficientes lluvias mejoran los rendimientos si el nitrógeno no es limitante.

*II.2.5.2 Fósforo* Las necesidades de P en las partes de las plantas en activo crecimiento se cubren por la movilización de P inorgánico acumulado en los tejidos menos jóvenes.

En los primeros estadios de crecimiento vegetativo es de gran importancia que las plantas encuentren en el suelo cantidades suficientes de P en forma fácilmente asimilable.

Las necesidades de P son máximas en esa primera etapa de crecimiento. Además, las pequeñas raíces todavía no pueden llegar a las reservas del P del suelo y compiten en desventajas con los microorganismos en su aprovechamiento.

Una falta de P durante la primera fase de desarrollo vegetativo puede producir efectos irreversibles que se dejarán sentir después por una deficiente formación de los órganos reproductores.

El P contribuye en el metabolismo de la planta joven a una mejor utilización del N.

La escasez de P induce a un desarrollo incompleto de los estigmas lo que da lugar a una mala polinización, las mazorcas granan más tarde o no se forman.

El único medio de evitar este daño es impedir que haya falta de P al principio de la etapa vegetativa.

La cantidad de P absorbido en las primeras semanas de crecimiento es pequeña, se hace máxima durante el período de rápido crecimiento y continúa siendo importante el llenado del grano (Fernández, G. 1982).

Las plantas jóvenes necesitan un mayor porcentaje de P en sus tejidos que el que precisarán más tarde en la estación de crecimiento (Aldrich, y Leng 1974).

Según el Boletín del C.I.A.A.B N° 26, los ensayos en la Estación Experimental La Estanzuela han demostrado que no hay ventajas en aplicar dosis de P mayores a 40 unidades por ha. Se sostiene que mientras el cultivo puede responder a la aplicación de P en ausencia de N la respuesta al N sólo se produce cuando se fertiliza con P. Es decir que el maíz puede fertilizarse con P o con P y N, no debiéndose aplicar N en ausencia de P.

En ensayos realizados en la Estación Experimental del Norte se concluyó que la respuesta al P es de gran magnitud y se da siempre a menos que el nivel de P en el suelo haya sido elevado mediante fuertes aplicaciones anteriores.

Cuando el nivel de P en el suelo es bajo (menor a 8 ppm Bray N° 1) los máximos rendimientos se obtuvieron con dosis muy altas, superiores a 130 unidades de  $P_2O_5$ .

11.2.5.3 *Potasio* El ión K tiene un papel muy importante como activador general del metabolismo vegetal (Llanos Company 1974). Entre las reacciones y fenómenos vitales de la planta en que el K interviene como regulador podemos citar:

- activación de los fenómenos respiratorios y de la fotosíntesis;
- neutralización de sustancias ácidas producidas como consecuencia del metabolismo vegetal;
- mantenimiento del estado de hidratación necesario para el funcionamiento más activo de las microestructuras de los coloides celulares;
- economía en el gasto de agua por transpiración al activar el cierre de los estomas cuando falta la humedad;
- activa las enzimas y el transporte de sustancias dentro de la planta.

Además el K tiene un papel muy importante en los tejidos en división.

Al igual que el P, el K se encuentra en mayor proporción en aquellas partes de la planta en división activa.

La velocidad de absorción del K por la planta es algo mayor que la del N, casi todo el K que necesita el maíz lo toma en los 80 primeros días de la plantación. No obstante en el primer mes la velocidad de absorción potásica es relativamente lenta.

En el suelo el K tiene más movilidad que el P y resulta menos fácil de ser arrastrado por el agua que el N.

La planta joven no necesita mucho K, pero el ritmo de absorción aumenta hasta un máximo durante 3 - 4 semanas anteriores a la emergencia de las panojas.

La intensidad fotosintética depende del nivel foliar de K, lo cual se cree está relacionado con el cerramiento de estomas (Llanos Company, 1974).

Otro efecto clásico de las deficiencias de K es el que se asocia con el vuelco de las plantas de maíz, y que es en realidad consecuencia de desequilibrios en la relación N/K en la madurez (Fernández, G. 1982).

Las reacciones sufridas por el K y los fertilizantes potásicos en el suelo son mucho menos complejas y variadas que las del N y el P. El potasio no se pierde por lixiviación como el N, ni se fija en el mismo grado que el P en compuestos no asimilables o de asimilación lenta. No está demasiado involucrado en actividades del suelo (Aldrich, 1974).

En general los suelos pesados de nuestro país que son utilizados en la producción de maíz están bien provistos de K. Pero cuando se hace maíz para silaje se están removiendo cantidades importantes de K, ya que según Aldrich, de 1/4 del K se encuentra en el grano y 3/4 en la planta o sea que cuando se cosecha este cultivo para ensilaje se extrae el triple de este elemento. Por lo tanto se tendrá que ir

evaluando el nivel de K intercambiable en el suelo y si es necesario ir a agregados periódicos a efectos de reponer las importantes cantidades extraídas.

### II.2.6 Localización del Fertilizante

Los métodos comúnmente usados para la localización de los fertilizantes son: al voleo en superficie, al voleo e incorporado, localizado incorporado en la hilera del cultivo (Llanos Company 1974).

El fertilizante es aplicado en la hilera para facilitar su rápida utilización por el maíz y queda en una posición menos accesible a las malezas, excepto las que están próximas a la faja del fertilizante.

Se sostiene también que el fertilizante aplicado en la hilera acelera algunos días la maduración, quizás debido a que se promueve el crecimiento de raíces dentro y alrededor de la faja fertilizada y también la formación de un sistema radicular grande y profundo.

Aldrich et al 1973 determinaron en suelos de alta fertilidad que el fertilizante aplicado en la hilera promueve un crecimiento rápido y uniforme, especialmente cuando el suelo está frío y húmedo, y esto se daría sobre todo en la zona maicera del norte de U.S.A.

En suelos de fertilidad baja a media el fertilizante aplicado en la hilera es simplemente una vía para suministrar los nutrientes que no se encuentran en cantidad suficiente.

En una estación seca la colocación profunda del N es más efectiva y por otra parte la ubicación superficial es más efectiva en un período muy húmedo, ya que las raíces necesitan oxígeno para absorber nutrientes.

En un reportaje realizado en 1987 (Sandell form nitrogen ridgetill study) sobre el laboreo encamellonado y fertilización nitrogenada en dos tipos de suelos, se compara a un control con 3 formas de aplicación del N y 5 dosis. Las 3 formas de aplicación fueron: al voleo, aplicado en la entrefila y en el surco. Los rendimientos fueron menores para ese año que los obtenidos en el año anterior debido a una mejor distribución de las lluvias. No existió una interacción positiva entre las dosis de N y los métodos de aplicación.

La respuesta de los tratamientos localizados fue significativamente mayor que la fertilización superficial al voleo, pero no fue significativa la diferencia entre los dos tratamientos de fertilización localizada.

Bandel et al (1980), Mengel et al (1980) y Touchton et al (1982) concluyeron que el bandeado o la inyección del N debajo de la superficie del suelo resultó en un aumento de la absorción, atribuido a una reducida volatilización del amonio y a una reducida inmovilización de los residuos superficiales (Vithosh 1984). Según este autor la aplicación preferida del N en sistemas conservacionistas del laboreo, es la incorporación del fertilizante debajo de la superficie del suelo.

Trabajos extranjeros indican que la localización profunda del fertilizante podría dar mejor respuesta del P y del N en años secos. (Volk 1959, Allison 1955, Black 1968 citado por Carámbula y Pizarro 1973). Ello se debe no solo a la colocación del fertilizante fosfatado en una zona más húmeda del perfil sino además porque minimiza las pérdidas por volatilización del N (Allison 1955 citado por Carámbula y Pizarro 1973).

Se concluyó que la falta de respuesta a las diferentes profundidades de aplicación de los fertilizantes se debería a la alta disponibilidad de agua durante todo el ciclo del cultivo lo cual eliminaría las ventajas de la aplicación del N y P en profundidad.

Aldrich concluye que cuando el suelo es muy deficiente en P y deben aplicarse grandes cantidades es conveniente incorporar parte del fertilizante a zonas profundas del suelo con excéntrica o con arado.

Al estar en zonas profundas existen menores riesgos en caso de secado del suelo de que la absorción de P se vea limitada por la falta de agua.

Cuando el suelo tiene un contenido medio a alto de P bastará con la aplicación localizada de una menor cantidad de fertilizante, luego al desarrollar las raíces y explorar a un volumen mayor de suelo, el cultivo podrá utilizar el P disponible en el suelo.

Según Aldrich la aplicación del fertilizante al vo

leo presenta una serie de ventajas y desventajas. Entre las ventajas cita: - se requiere menos trabajo que con una sembradora, - el fertilizante distribuido al voleo y enterrado posteriormente con el arado queda a una profundidad mayor que el aplicado con una sembradora, - la tarea puede realizarse antes o después de la siembra, - la aplicación del N superficial es efectiva en períodos húmedos.

Dentro de las desventajas: - mayor contacto suelo - fertilizante lo que es un inconveniente para el P y micro nutrientes en suelos fuertemente ácidos o alcalinos, - una cantidad pequeña es menos eficaz al voleo que si se aplicara en la hilera, - produce una distribución menos uniforme del fertilizante.

En ensayos realizados en la Estación Experimental del Norte sobre diferentes localizaciones del fertilizante fosfatado durante 2 años en praderas arenosas utilizando 60 y 120 Kg de  $P_2O_5$ , se vio que la mejor localización en el suelo deficiente fue "al voleo y arado" seguramente por el rol fundamental que juega la humedad disponible sobre la absorción de P.

El fertilizante aplicado al voleo y disqueado se incorpora en una capa que, especialmente en verano se seca a los pocos días luego de la lluvia. La incorporación del fertilizante de este modo provocaría un mayor estímulo sobre el crecimiento de las malezas sumado al efecto negativo de la carpida que rompería las raíces superficiales que trabajan en la zona del fertilizante.

A pesar de que no se observó interacción entre el

nivel de P y la localización, seguramente cuando se apliquen pequeñas dosis de P (20 - 30 Kg/ha de  $P_2O_5$ ) como lo son los más usados en el país, la localización en bandas sería lo aconsejable.

Cuando se aplican altas dosis, los máximos rendimientos se obtendrían aplicando el grueso del fertilizante al voleo y arado y una menor proporción a la siembra en bandas (starter).

Aldrich y Leng sostienen que el comienzo de la estación de crecimiento constituye el período más difícil de absorción de P. En este momento es baja la capacidad de absorción de este elemento. Estos autores sugieren aplicar el fertilizante con la sembradora en una franja cercana a la hilera y han observado que el N en la faja fertilizada colabora en la absorción del P ya sea porque el P se mantiene formando compuestos químicos más asimilables o porque se incrementa el crecimiento radicular en la faja produciendo más raíces para absorberlo.

Según el Boletín de C.I.A.A.B. N° 26 en estudios en la Estación Experimental La Estanzuela se ha comprobado que el fertilizante localizado en bandas a un lado y debajo de la semilla es más eficientemente aprovechado que el fertilizante distribuido al voleo y enterrado mediante una disquera.

En estudios extranjeros se observaron los efectos de aplicar 40 a 80 Kg de P/ha al maíz cv. Ilonga en:

- a. cobertura sobre el suelo luego de sembrar;

- b. abono lateral en cobertura luego de sembrar;
- c. en el surco 2 - 3 cm debajo de la semilla en el mismo surco de siembra.

Se vió que cuando se aplicaron 40 Kg de P/ha según los métodos a, b y c se incrementaron los rendimientos de grano en 200, 700, 900 Kg/ha respectivamente, comparado con el no fertilizado (2.5 ton/ha).

Los rendimientos de grano con 80 Kg/ha de P aplicado con a) fueron los mismos que con 40 Kg/ha de P con b) y c). (Uriyo et al 1977).

## III, MATERIALES Y METODOS

### III.1 LOCALIZACION

Los ensayos fueron realizados en cuatro establecimientos lecheros: dos en ruta 1 Km 61.500 (Puntas de Valdez) pertenecientes a la familia Avondet y a la familia Santos y otros dos en ruta 1 Km 94 (Colonia Delta) de la familia Kunze y de la familia Enss, en el período comprendido entre los meses de octubre 1987 y marzo de 1988.

### III.2 SUELOS

Dos ensayos fueron instalados sobre Brunosoles (Eutricos típicos) (Kunze y Enss), otro sobre un Vertisol rúptico lúvico (Avondet) y el último en el Planosol (Subéutrico melánico) (Santos).

Todos los suelos se manejaron en los años anteriores con praderas convencionales, excepto el brunosol de Enss que venía de un cultivo de avena para pastoreo.

En el cuadro N° I se muestran las propiedades químicas de los suelos.

### III.3 MANEJO DE LOS ENSAYOS

Cuadro N<sup>o</sup> I.- Análisis de suelos\*

	Planosol	Vertisol	Brunosol (Kunze)	Brunosol (Enss)
pH (H <sub>2</sub> O)	5.4	6.4	5.5	5.4
pH (KCl)	4.5	5.5	4.5	4.4
MO %	4.2	5.4	2.7	3.6
P ppm	9.2	8	11.5	18
K meq/100g	0.76	0.58	0.36	0.58
NH <sub>4</sub> ppm	0-20	14	18	5
	0-40	20	23	14
NO <sub>3</sub> ppm	0-20	25	18	14
	0-40	23	21	14

\* Datos registrados a la siembra.

Cuadro N<sup>o</sup> II.- Precipitaciones

Mes	mm de Agua
Octubre	85
Noviembre	66
Diciembre	80
Enero	245
Febrero	56
Marzo	46

### Vertisol

La preparación del suelo se realizó con 2 meses de antelación y consistió en dos pasadas de excéntrica, posteriormente una de cincel y otra de disquera, y por último sucesivas pasadas de rastra.

En este sitio se aplicó Atrazina a razón de 4 lts/ha antes de la siembra.

### Planosol

En este predio el laboreo consistió en varias pasadas de excéntrica y rastra (un mes y medio antes de la siembra).

### Brunosol (Enss)

Se realizó el laboreo a base de excéntrica y rastra con un mes de anticipación.

### Brunosol (Kunze)

Se incorporó la pradera un mes antes de la siembra, y luego se realizaron trabajos con vibrocultivadores y rastra.

En todos los casos el maíz sembrado fue el híbrido Dekalb 3F22. La siembra se realizó a mano, en surcos a 80cm de distancia y 18 cm entre plantas (densidad: 70.000 pl/ha).

Los fertilizantes nitrogenados fueron aplicados bajo la forma de urea (46% de N), mientras que la fertilización-

fosfatada fue realizada con superfosfato 0-21-23-0.

### Siembra

En Colonia Delta se realizaron el 30 de octubre y en Puntas de Valdez el 12 de noviembre.

### Cosecha

En Colonia Delta fue el 8 de marzo y el 10 de marzo en Puntas de Valdez, cosechándose en todas las parcelas 6 plantas/surco en los 3 surcos centrales menos en el vertisol que fue de 8 plantas/surco, en los 2 surcos centrales.

## III.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques y parcelas al azar.

Se evaluaron dos dosis de  $P_2O_5$  0 y 80 unidades y cuatro dosis de N 0-50-100-150. También se evaluó la forma de aplicación del fertilizante. Se realizaron aplicaciones de los tratamientos OP - 100N y 80P -100N en el surco (dos bandas ubicadas al costado y abajo de la semilla), incorporado con disquera o con rastra.

Los resultados fueron analizados mediante los análisis de varianza y regresión. En este último, fueron incluidas aquellas variables de alta significación y con incidencia importante en el  $r^2$ .

### III.5 TOMA DE MUESTRAS DETERMINACIONES REALIZADAS

#### a. Muestreo de suelos

época	fecha
presiembra	16/9
durante el desarrollo del cultivo	23/12 y 19/1
cosecha	8/3 y 10/3

Se realizaron análisis de pH en  $H_2O$ , P por Bray N° 1, % de M.O. por Walkley - Black y K extraído con  $AcNH_4$  (1N - pH7) por fotometría de llama.

Se determinó además la evolución de amonio y nitratos en el suelo,  $NH_4^+$  por micro Kjeldalh por arrastre de vapor y  $NO_3^-$  por electrodo de actividad específico.

b. Muestreo de planta- Durante el desarrollo del cultivo el 23/12 y el 19/1, se cortaron plantas para determinar MS (3 pl. por parcela) y NPK absorbidos durante el ciclo del cultivo en los diferentes tratamientos.

#### A la cosecha

Efectuada el 8/3 en los ensayos en Puntas de Valdez el 10/3 para los ensayos de Colonia Delta, la cosecha se efectuó manualmente, se pesaron las plantas cortadas y se determinó peso y Nro. de mazorcas, luego se picó con una choppea

dora para homogeneizar la muestra. A continuación las muestras se secaron a estufa y se determinó %MS y NPK absorbidos.

El análisis de planta se realizó mediante ataque con  $H_2SO_4$  y  $H_2O_2$  y posterior determinación de P por ácido ascórbico, K por fotometría y N por Kjeldahl.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### IV.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Las condiciones climáticas que se presentaron durante el ciclo del cultivo, asociadas a las características de los suelos sobre los cuales se realizaron los ensayos jugaron un papel preponderante en los resultados obtenidos.

La humedad del suelo inmediatamente después de la siembra fue adecuada para la emergencia de plantas, por lo que ésta fue pareja en todos los ensayos. Las lluvias caídas fueron abundantes (cuadro N<sup>o</sup>. I) y sobre todo bien distribuídas a lo largo del ciclo, lo que redundó en altos rendimientos potenciales del cultivo. El tipo de suelo influyó también en la producción, a través de la profundidad del horizonte A y presencia o no del horizonte B textural.

Otro factor que manifestó alta incidencia fue el grado de enmalezamiento. Es así que en el suelo vértico el productor aplicó atrazina presiembra, no presentándose problemas de malezas. En el planosol el control de malezas se realizó mecánicamente con carpidas y los brunosoles fueron los casos donde hubo mayor grado de enmalezamiento.

### VI.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis y discusión de los resultados se harán

en base a: la incidencia de la fertilización tanto nitrogenada como fosfatada en el rendimiento de materia seca, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en la planta, teniendo en cuenta los diferentes sitios en los que se trabajó.

#### Ensayo N° 1- Planosol- Santos

El análisis de varianza para rendimiento de MS/ha muestra que no existen diferencias significativas entre los diversos tratamientos (ANAVA N° 3).

No se realizó estudio de regresión por no haber dado significativo el análisis de varianza.

Los datos del cuadro N° 1 y la fig. N° 1 resumen la información obtenida.

Como se observa, los rendimientos son muy buenos sin la aplicación de fertilizante alguno (16.708 kg MS/ha) cosa que era de esperar ya que estamos partiendo de niveles medio a altos de P y de N en el suelo (según el análisis de suelo: 9,2 ppm de P, 4,2% de MO, 14 ppm  $\text{NH}_4$ , 25 ppm  $\text{NO}_3$ ) lo que resulta en una escasa respuesta a la aplicación de fertilizante.

Para el caso del N absorbido en Kg/ha el análisis de varianza indica respuesta significativa al 5% de probabilidad para la aplicación de N y no significativa para la de P e interacción (ANAVA N° 7).

La ecuación de regresión que ajusta el modelo estadístico es de la forma:  $Y = 127,38 + 0,246 N$  donde  $Y = \text{Kg}$

de N ab/ha con  $r^2 = 0,32$  lo que denota una baja explicación de los resultados por parte de la variable incluida.

En el cuadro N<sup>o</sup> 1 y fig. N<sup>o</sup> 5 se destacan pequeñas variaciones con las diferentes dosis, con una tendencia a aumentar con el incremento de la dosis de N.

Se debe considerar aquí la capacidad de suministro de N, ya que este suelo tenía un alto contenido de N (según análisis de suelo: (en los primeros 20 cm) 25 ppm de NO<sub>3</sub> y 14 ppm de NH<sub>4</sub>). Esto se debe sobre todo a que el cultivo anterior había sido una pradera con leguminosas, lo que sumado a que el año fue bueno, en cuanto a lluvias caídas, (ver cuadro N<sup>o</sup> II) . Se vió favorecida la absorción del N inicial presente en el suelo. El N absorbido aumenta de 123 Kg/ ha sin fertilizante a 144 Kg con la aplicación de 50 unidades de N, sin embargo la MS disminuye de 16.708 Kg a 16.199 Kg/ ha de MS producida. Esto se explica si se tiene en cuenta que el N absorbido = %N KgMS, se ve que se genera un aumento en el contenido interno del N en la planta (%N) el mismo aumenta de 0,76% sin fertilizante nitrogenado a 0,84 % con las 50 unidades de nitrógeno, cosa que no se manifiesta en aumentos de la MS producida pero sí del N absorbido . Lo anterior se puede deber en parte a una importante presencia de malezas de verano (con predominancia del género Digitaria), las que generaron condiciones de competencia desfavorables para el cultivo, sobretodo en la disponibilidad de agua impidiendo así que ese N absorbido pasara a formar la MS.

Estas malezas tampoco permitieron aprovechar el po

tencial de rendimiento existente con una población elevada como la aquí empleada.

El análisis de varianza para P absorbido muestra significación al 10% de probabilidad para la aplicación de P y no significativa para la de N y para la interacción de ambos (ANAVA N° 11).

La ecuación de regresión obtenida es:  $P_{abs}/ha = 20,25 - 0,0635 P_2O_5 + 0,0004 NP$  con  $r^2 = 0,28$  lo que indica un bajo ajuste por parte de las variables empleadas.

En el cuadro N° 1 y fig. N°9 se destaca una tendencia a aumentar la absorción de P al aumentar la dosis de N. Se ve que a dosis altas de N aplicado existe un pequeño efecto positivo de la dosis de 80 unidades de P.

Aquí se parte de un nivel inicial de P de 9,2 ppm considerado (según la Guía para la fertilización de cultivos ) dentro del nivel medio (método Bray N°1). También se tiene un suelo de textura media (franco-limosa) con un horizonte A profundo, lo que facilita el desarrollo radicular y que se alcance mayor exploración del suelo por parte de las raíces, todo lo cual pudo haber influido en la absorción del P por parte de las plantas de maíz.

El análisis de varianza para K absorbido solamente muestra diferencias significativas al 10% de probabilidad en el caso de la interacción N-P (ANAVA N° 15).

La ecuación de regresión que se ajusta a los resultados obtenidos es de la forma:  $Kg K abs/ha = 252,58 - 0,2644$

$P_{2O_5} = 0,0033 NP$  con  $r^2 = 0,13$  valor muy bajo, lo que está indicando que las variables empleadas no explican los resultados obtenidos.

El cuadro N° 1 y la fig. N° 14 muestran que a altas dosis de N y de P se tiene un efecto positivo sobre la absorción de este elemento. Hay aquí una exploración radicular de mayor volumen de suelo ya que hay un mayor desarrollo de la planta tanto aéreo como radicular dado que los requerimientos de las plantas se ven aumentados.

### Forma de aplicación

#### Tratamiento

N - P	KgMS/ha	Kg N abs/ha	Kg P abs/ha	Kg K abs/ha
0 - 0	16708	123	19	253
100 - 0 (R)	14957	141	17	236
100 - 0 (S)	19150	194	41	291
100 - 0 (D)	17445	180	29	282
100 - 80 (R)	17508	153	18	261
100 - 80 (S)	14944	156	14	228
100 - 80 (D)	16962	163	15	258

(R) = aplicación del fertilizante con rastra

(S) = aplicación del fertilizante al surco

(D) = aplicación del fertilizante con disquera

La no existencia de respuesta a N-P hacen poco relevante el análisis de los resultados en cuanto a forma de aplicación para rendimiento en MS.

El análisis de varianza para rendimiento de MS/ha según forma de aplicación solamente dio altamente significativo con 1% de probabilidad para la interacción entre forma de aplicación y dosis de P (ANAVA N° 19).

El análisis de varianza para P absorbido dio altamente significativo para la forma de aplicación, dosis de P aplicado y la interacción N - P (ANAVA N° 27).

Para K absorbido solamente dió significativo al 5% de probabilidad para la interacción entre forma de aplicación y dosis de P (ANAVA N° 31).

En el cuadro lo más destacable fue el efecto del fertilizante nitrogenado aplicado en el surco tanto en el rendimiento de MS/ha (19.150 Kg/ha), como así también en la cantidad de N absorbido (194 Kg/ha), en los de K absorbido/ha (291 Kg/ha) y sobre todo el P absorbido/ha (41 Kg/ha).

La aplicación con disquera es la que sigue en cuanto a obtención de altos rendimientos tanto en Kg de MS como en N, P, y K absorbidos. Por último, la aplicación con rastra marcó diferencias con las anteriores formas lográndose resultados muy inferiores.

Cuando se aplican conjuntamente N y P en las tres formas diferentes no se observaron diferencias claras entre los tratamientos.

### Curva de crecimiento y evolución del N absorbido

Si observamos la gráfica A y teniendo en cuenta las tres fechas donde se realizaron los muestreos (23/12, 19/1, 10/3) vemos que hay una tendencia a un incremento en el rendimiento de Kg MS/ha y que este se mantiene en forma lineal hasta la cosecha. A su vez, la pendiente nos indica un más acelerado crecimiento inicial, lo que sumado a los altos rendimientos en Kg MS/ha obtenidos hacen menos sensibles las diferencias entre los distintos tratamientos aplicados.

Esto se puede deber a las adecuadas condiciones climáticas que se dieron durante el desarrollo del cultivo, las que pueden estar enmascarando la posible superioridad de un tratamiento frente a otro en condiciones limitantes. A su vez, el tipo de suelo sobre el que se desarrolló el cultivo es un planosol cuyas características físico-químicas eran muy adecuadas: presencia de un horizonte A profundo, de textura media, nivel medio-alto de P (9,2 ppm) y N (14 ppm  $\text{NH}_4$ , 25 ppm de  $\text{NO}_3$  y 4,2% de MO).

En cuanto al N absorbido a lo largo del ciclo, se destaca en la gráfica E un incremento en la absorción del mismo a la fecha que correspondería a la floración del cultivo, luego esa absorción decrece. Esto último se debería a que en la extracción de la muestra para el análisis no hubo una participación proporcional de la parte vegetativa y reproductiva de la planta, siendo mayor la vegetativa, lo que hace que no haya un aumento o por lo menos la permanencia en la cantidad de N absorbido por la planta, cosa que no sucedería si hubiera entrado mayor cantidad de granos en la mues

tra ya que es en estos donde se produce la acumulación de N al final del ciclo. Otro elemento que también explica los resultados son las posibles pérdidas directas de N a partir del cultivo.

### Conclusiones

En este suelo tipo Planosol (con 4,2% MO, 14 ppm  $\text{NH}_4$ , 25 ppm  $\text{NO}_3$  y 9,2 ppm P) no hubo respuesta a la aplicación de fertilizante en cuanto a rendimiento en MS. Se logró un rendimiento de 16.708 Kg MS/ha sin la adición de fertilizante.

Se obtuvo una tendencia al aumento de N, P y K absorbidos por las plantas cuando se aplicaron dosis crecientes de N y P.

Para el N absorbido se parte de 123 Kg/ha sin agregado de fertilizantes y se llega a 177 Kg/ha con 150-80 unidades de N y P respectivamente.

Para P absorbido sin fertilizante se pasa de 19 Kg/ha a 22 Kg/ha con 150 N - 80P.

Para K absorbido sin fertilizante se absorbieron 253 Kg/ha y con 150 N - 80 P 300 Kg/ha.

A pesar de no haber existido respuesta a N - P se observó en cuanto a la forma de aplicación del fertilizante nitrogenado la incidencia del mismo en el surco tanto en rendimiento de MS/ha (19.150 Kg/ha) como así también en N absorbido/ha (194 Kg/ha), P absorbido (41 Kg/ha) y K absorbido (291 Kg/ha).

Ensayo N° 2.- Vertisol - Avondet

El análisis de varianza para Kgs de MS/ha muestran que existen diferencias altamente significativas con 1% de probabilidad para la aplicación de N, no significativa para la aplicación de P y significativa con 10% de probabilidad para la interacción N-P (ANAVA N° 4).

La ecuación de regresión es:  $\text{Kg MS/ha} = 17,48 + 5,2 N - 3,01 N^2$  con  $r^2 = 0,15$ .

En este ensayo se observó respuesta al agregado de pequeñas dosis de N y a la interacción de dosis de N y de P en el rendimiento de Kg de MS/ha (cuadro N° 2, fig. N° 2).

En este suelo el potencial de rendimiento es mayor que en el Planosol, lo que explicaría la respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado. Aún sin fertilizante los rendimientos fueron de 16.157 Kgs MS/ha y con el agregado de 50 unidades este rendimiento fue de 21.411 Kgs MS/ha.

Para N absorbido el análisis de varianza expresa diferencias significativas al nivel de 1% de probabilidad para el N aplicado, 10% para el P aplicado y 1% para la interacción (ANAVA N° 8).

Los coeficientes de regresión de la ecuación que predice el máximo de absorción de N según las dosis óptimas es de la forma:  $\text{Kg N abs/ha} = 137,84 + 0,98 N - 0,0048 N^2$  con  $r^2 = 0,39$  el que está indicando la escasa explicación de los resultados obtenidos por parte de las variables empleadas.

Se observó respuesta al agregado de 50 unidades de N. Se parte de 118 Kgs de N absorbido/ha sin fertilizante y se logran 191 Kgs/ha con la adición de 50 unidades de N. Esta respuesta se da tanto en MS como en % N en la planta.

El cultivo en este suelo tiene un alto potencial de rendimiento el que se pondrá de manifiesto con la aplicación del fertilizante nitrogenado.

También se constata respuesta a la adición de 80 unidades de P, pasando de 118 kg de N abs/ha sin fertilizar a 159 Kg/ha con las 80 unidades agregadas, lo que lleva a deducir que el nivel inicial de P de este suelo, según el análisis del mismo 8 ppm, estaría limitando la absorción del N (cuadro N° 2 y fig. N°6).

Por los datos del análisis de varianza para P absorbido se puede deducir que aparecen diferencias altamente sig nificativas al 1% de probabilidad para el N aplicado, al 5% para el P y al 1% de probabilidad para la interacción entre ambos nutrientes (ANAVA N° 12).

Los coeficientes de la ecuación de regresión son:

$$\text{Kg P abs/ha} = 19,81 + 0,25 N - 0,0015 N^2$$

con  $r^2 = 0,25$ .

En el P absorbido se destaca una respuesta de poca mag nitud al agregado de N.

Esto se debería al alto contenido inicial de N en el

suelo (18 ppm  $\text{NH}_4$ , 18 ppm  $\text{NO}_3$  y 5,4 % MO).

Cuando se agrega N conjuntamente con P (50 u. de N y 80 u. de P) se observa una importante respuesta en la absorción de P llegando a valores de 40 Kg/ha (cuadro N° 2 y fig. N° 10).

Se habría dado un mayor desarrollo radicular el que favorecería la absorción de P tanto del que se encontraba en el suelo, como del que se agregó.

El análisis de varianza para K absorbido indica diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad para la aplicación de N y la de P y no significativa para la interacción entre ambos (ANAVA N° 16).

La ecuación de regresión es de la forma:

$$\text{Kg K abs/ha} = 229,36 + 0,27 N + 0,425 P_{2O_5} - 0,0013N^2$$

con  $r^2 = 0,24$  lo que está señalando la escasa incidencia de las variables empleadas en los resultados obtenidos.

Se destaca en el cuadro N° 2, fig. N° 15 la respuesta al agregado de  $P_{2O_5}$  en la absorción del K. Importa resaltar el tenor inicial del suelo en cuanto a P (8ppm) esto estaría incidiendo en la absorción del K presente, en buen nivel, en el suelo (0,58 meq de K según el análisis de suelos).

Forma de aplicación

<u>Tratamiento</u>					
N	P	Kg MS/ha	Nabs/ha	Pabs/ha	Kabs/ha
0	- 0	16.157	118	20	209
100	- 0 (R)	18.672	172	21	216
100	- 0 (S)	17.234	162	17	233
100	- 0 (D)	17.408	135	15	264
100	-80 (R)	21.347	211	32	244
100	-80 (S)	18.854	165	18	246
100	-80 (D)	19.993	160	38	242

(R) = *rastra*

(S) = *surco*

(D) = *disco*

El análisis de varianza para kg de MS producida/ha da no significativo para la forma de aplicación del fertilizante nitrogenado y significativo con 1% de probabilidad para la aplicación de  $P_2O_5$  (ANAVA N° 20).

Del cuadro se desprende que existe un mayor rendimiento en MS cuando se aplica el fertilizante nitrogenado y el fosfatado con rastra.

Para N absorbido/ha el análisis de varianza da significativo al 5% de probabilidad para la forma de aplicación y al 10% para la aplicación de P (ANAVA N° 24).

En el cuadro se ve que el tratamiento con rastra es el que provocó mayor absorción de N.

Todo lo anterior estaría dado por la fertilidad natural del suelo (tipo vertisol, con 5,2% de MO, 18 ppm de  $\text{NH}_4$  y de  $\text{NO}_3$ , ausencia de malezas que compitan con el cultivo, y adecuadas condiciones de humedad durante el ciclo del desarrollo).

También se observa que con la adición de  $\text{P}_2\text{O}_5$  se incrementó la absorción de N por parte de la planta. Aquí entraría en juego la interacción entre ambos nutrientes.

El análisis de varianza para el P absorbido/ha da significativo con 5% de probabilidad para la forma de aplicación, altamente significativo con 1% de probabilidad para la aplicación de P y significativo al 5% de probabilidad para la interacción entre forma de aplicación y dosis de P (ANAVA N° 20).

Se observa una mayor respuesta cuando el P se aplica con la disquera, por lo tanto queda a mayor profundidad. Es así que cuando las raíces crecen encuentran volúmenes de suelo con mayor cantidad de P.

Para K absorbido se nota la influencia del P en la absorción del K, independientemente de la forma de aplicación del P.

El análisis de varianza da no significativo en todos los casos (ANAVA N° 32).

#### Curva de crecimiento y evolución del N absorbido

Si se observa la gráfica B vemos que al igual que en

la A la tendencia es hacia un crecimiento lineal hasta la cosecha en cuanto a rendimiento del cultivo en Kg de MS/ha.

En cuanto al N absorbido la tendencia es la misma que en el Planosol o sea un incremento del mismo hasta la floración y luego decae hasta la cosecha por la menor proporción de grano en la muestra y pérdidas directas.

Se debe recordar que este sitio tiene las caracterís-ticas de ser un suelo tipo Vertisol con horizonte A pesado , con alto contenido de MO (5,4%), viene de un cultivo de pradera de leguminosas las que dieron un gran aporte de N al suelo una vez que se enterró su rastrojo. También hay que tener en cuenta que el maíz se encontraba libre de malezas que pudieran competir con el cultivo por agua y nutrientes y que en el año se registraron altas precipitaciones y bien distribuídas a lo largo del ciclo, todo lo que nos lleva a obtener rendimientos muy altos en Kg de MS/ha.

### Conclusiones

En este suelo tipo Vertisol (con 5,4 % de MO, 18 ppm de  $\text{NH}_4$ , 18 ppm de  $\text{NO}_3$ , 8 ppm de P, ausencia de malezas, etc.) se obtuvieron los más altos rendimientos de MS/ha comparado con los logrados en los restantes sitios, llegando a valores de 19.000 Kg de MS/ha en promedio del ensayo.

A su vez se destaca una clara respuesta al agregado de pequeñas dosis de N lográndose obtener un rendimiento máximo de 21.411 Kg de MS/ha, produciéndose luego una pequeña disminución en los rendimientos a medida que la dosis se incrementa.

También con la mínima dosis de N (50 unidades) se logra un gran incremento en la absorción del N por parte de las plantas, con valores que van de 118 Kg/ha sin fertilizante a 191 Kg de N absorbido/ha con 50 unidades de N.

Por otro lado, la mayor cantidad de P absorbido por las plantas (40 Kg/ha) se dió cuando se aplicaron 50 u. de N y 80 u. de P.

En cuanto a las diferentes formas de aplicación se observó que los mayores rendimientos en Kg de MS producida/ha se obtuvieron cuando se aplicó el fertilizante con rastra (18,672 Kg con 100 N -OP y 21.347 Kg con 100 N - 80 P.

### Ensayo N° 3.- Brunosol - Kunze

En el análisis de varianza para Kg de MS producida/ha solamente se encontraron diferencias significativas al 10% de probabilidad para la aplicación de N (ANAVA N° 3).

La ecuación de regresión es de la forma:

$$\text{Kg MS producida/ha} = 11,248 + 18,44 \text{ N} - 0,1271 \text{ NP}$$

con  $r^2 = 0,34$  valor bajo, por lo que las variables empleadas no explican en un porcentaje elevado los resultados obtenidos.

Corroborando lo anterior, los datos registrados de MS/ha muestran un aumento del rendimiento con el agregado de dosis bajas de N (cuadro N° 3 y fig. N° 3).

Para N absorbido el análisis de varianza muestra diferencias altamente significativas con 1% de probabilidad para la aplicación de N, 10% para la interacción N-P y no significativa para la aplicación de P (ANAVA N° 6).

La ecuación de regresión es:  $\text{Kg Nabs/ha} = 87,01 + 0,75 N - 0,0026 N^2$  con  $r^2 = 0,73$  lo que demuestra que el N explica en un 73% los resultados obtenidos.

Se observa también en el cuadro N°3 y fig. N° 8 que existe respuesta positiva al agregado de dosis crecientes de N, de 124 Kg de N abs/ha con 50 unidades de N hasta 156 Kg con el agregado de 150 unidades. El % N en la planta presenta un aumento importante a bajas dosis de fertilizante nitrogenado y el mismo continuó hasta 150 unidades. Esta baja utilización del fertilizante se debe sobre todo a la importante presencia de malezas que compitieron por el mismo con el cultivo.

La pradera que antecedió al maíz y que luego fue incorporada al suelo presentaba alto contenido de malezas, tallos duros, escasa proporción de leguminosas y aún así fue capaz de contribuir a suministrar el equivalente a 87 Kgs de N/ha.

El análisis de varianza para P absorbido da altamente significativo con 1% de probabilidad para la interacción entre la aplicación de N y la de P (ANAVA N° 10).

Al observar el cuadro N°3 y fig. N°12, se nota respuesta al agregado de 80 unidades de  $P_2O_5$  de 27 Kg sin fer

tilizante a 35 Kg de P absorbido por las plantas con la aplicación de 80 unidades de P.

Es necesario recordar que el suelo inicialmente tenía 11,5 ppm de P y a pesar de ello hay respuesta al agregado de este nutriente. Esto puede ser explicado por la presencia de un horizonte A de poca profundidad y degradado en cuanto a sus propiedades físicas, lo que dificultó la posibilidad de un buen desarrollo radicular.

Hubo además, respuesta a la aplicación de 100 unidades de N, este agregado de N hizo que hubiera un incremento en el P absorbido como consecuencia del incremento de la MS producida.

El análisis de varianza para K absorbido da no significativo en todos los casos estudiados (ANAVA N° 14).

El cuadro muestra que existe una tendencia positiva en la absorción del K al agregar N (cuadro N° 3 y fig. N° 13).

### Forma de aplicación

<u>Tratamiento</u>				
<u>N - P</u>	<u>Kg MS/ha</u>	<u>Nabs/ha</u>	<u>Pabs/ha</u>	<u>Kabs/ha</u>
0 - 0	10.423	81	27	121
100 - 0 (R)	12.664	125	36	137
100 - 0 (S)	15.215	166	34	215
100 - 0 (D)	13.153	133	31	162
100 - 80 (R)	12.784	141	34	139
100 - 80 (S)	14.724	138	34	162
100 - 80 (D)	11.897	121	36	126

(R) = rastra

(S) = surco

(D) = disco

El análisis de varianza para rendimiento en Kg de MS/ha según la forma de aplicación del fertilizante expresa diferencias altamente significativas para la forma de aplicación con 1% de probabilidad y al 10% para la aplicación de P, siendo no significativa la interacción entre ambos (ANAVA N° 18).

Se observa en el cuadro que el tratamiento en el surco fue el que mostró mayores rendimientos ya sea cuando se aplicó solamente N o con N - P. Esto está indicando la importancia de la localización del fertilizante en suelos con sus propiedades físico-químicas disminuídas.

Para N absorbido se observa mayor respuesta cuando el fertilizante nitrogenado se colocó en el surco.

El análisis de varianza correspondiente da significativo al 10% de probabilidad para la forma de aplicación (ANAVA N° 22).

El cuadro no muestra diferencias entre los tratamientos para el caso del P absorbido.

El análisis de varianza coincide con esta apreciación no mostrando diferencias en ningún caso.

Para K absorbido también se ve que el tratamiento en el surco fue el que logró mayor absorción de este elemento.

El análisis de varianza muestra significación con 5% de probabilidad para la forma de aplicación del fertilizante. (ANAVA N° 30).

### Curva de crecimiento y evolución del N absorbido

Observando la gráfica C se ve que presenta una menor pendiente al comienzo de la recta de crecimiento del cultivo comparado con las del Planosol y el Vertisol. Esto se debe a que llovió enseguida de la siembra lo que hizo que este primer tramo hasta floración se hicieran lentamente, ya que hubo encostramiento del suelo dificultando la emergencia de plantas y además hubo un efecto depresivo debido a la presencia de malezas (gramilla).

Para N absorbido a lo largo del ciclo se observa la misma tendencia que en el Planosol y Vertisol.

Importa resaltar que el potencial de rendimiento del cultivo sobre este suelo tipo Brunosol es más bajo que sobre los tipo Vertisol y Planosol.

### Conclusiones

En el suelo tipo Brunosol con las siguientes características 2,7% de MO, 5 ppm de  $\text{NH}_4$ , 14 ppm de  $\text{NO}_3$ , 11,5 ppm de P, se observaron incrementos en el rendimiento de MS/ha con la adición de fertilizante nitrogenado con valores que van de 10.423 Kg sin fertilizante a 13.555 Kg MS/ha con el agregado de 50 unidades de N.

El N absorbido por las plantas se ve aumentado con el suministro de N al suelo. Los valores van de 81 Kg N absorbido/ha sin fertilizante a 156 Kg/ha con 150 unidades de N.

Para el P absorbido se pasa de 27 Kg sin fertilizante a 35 Kg con 80 unidades  $P_2O_5$  y a 36 Kg P abs/ha con 100 unidades de N y cuando se agregó 100 N - 80P se obtuvo 34 Kg P absorbido/ha.

En cuanto a la forma de aplicación del fertilizante se destaca la incidencia en el rendimiento de MS/ha del fertilizante nitrogenado y del fosfatado en el surco lográndose valores de 15.215 Kg MS con 100 unidades de N y 14.724 Kg MS/ha con 100 N - 80 P.

La cantidad de N absorbido fue mayor cuando el fertilizante nitrogenado se colocó en el surco (166 Kg Nabs/ha), en cambio cuando se agrega conjuntamente N-P la aplicación con rastras dió mayor absorción de N.

Para P absorbido no hubo respuesta a las diferentes formas de aplicación.

Para K absorbido/ha, la aplicación al surco dió mayores resultados ya sea cuando se aplicó sólo fertilizante-nitrogenado (215 Kg K abs/ha) como así también con la dosis conjunta de N y de  $P_2O_5$  (162 Kg K abs/ha).

#### Ensayo N° 4.- Brunosol - Enss

El análisis de varianza para Kg MS/ha expresa diferencias altamente significativas al 1% de probabilidad para la aplicación de N (ANAVA N°1).

La ecuación de regresión es de la forma:

$$\text{Kg MS/ha} = 9457,76 + 86,4 N - 0,35 N^2 \text{ con } r^2 = 0,62$$

lo que está indicando que el 62% del rendimiento de MS está explicado por la aplicación del nitrógeno.

En el cuadro N° 4 y fig. N°4 se observa que los rendimientos obtenidos en este sitio según las distintas dosis de N y de P muestran que hubo muy destacada respuesta al agregado de pequeñas dosis de N (50 unidades). Se pasa de 8.750 Kg de MS/ha sin fertilizante a 14.079 Kg con el agregado de las 50 unidades de fertilizante.

Para el caso del N absorbido el análisis de varianza da altamente significativo con 1% de probabilidad a la aplicación de N (ANAVA N° 5).

La ecuación de regresión es de la forma:

$$\text{Kg N abs/ha} = 88,24 + 0,82 N - 0,0027 N^2 \text{ con } r^2 = 0,60$$

de donde se deduce que la aplicación de nitrógeno explica en un 60% los resultados obtenidos.

Los valores obtenidos (cuadro N° 4 y fig. N° 7) indican respuesta a la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno la que se ve favorecida por la buena disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo (cuadro N° II) y sobre todo en el período de floración (mediados de enero). También hay que tomar en cuenta que este suelo tiene un bajo contenido de MO (3,6%) como consecuencia de un uso agrícola intenso y un nivel medio a bajo de  $\text{NH}_4$  (13 ppm) y  $\text{NO}_3$  (12 ppm) en los primeros 20 cm de suelo, todo a causa de que el cultivo que

antecedió al maíz fue avena, para pastoreo, la cual no genera aporte de N al ser incorporado su rastrojo de alta relación C/N al suelo. Esta incorporación del rastrojo además se realizó con poca anticipación a la siembra del maíz lo cual también influyó en que la tierra no quedara mejor preparada para la siembra de este cultivo.

La aplicación del fertilizante nitrogenado redundó en incremento ya sea en el % N en la planta como así también en la MS producida.

El análisis de varianza para P absorbido dio altamente significativo con 1% de probabilidad para la aplicación de N y 10% para la de  $P_2O_5$  (ANAVA N° 9).

La ecuación de regresión para P absorbido/ha es:

$$Y = 14.73 + 0.27 N + 0.118 P - 0.007 N^2 - 0.009 NP$$

con  $r^2 = 0.75$  o sea que las variables N y P explican en un alto porcentaje los resultados obtenidos.

El cuadro N° 4 fig. N° 11 muestra tendencia a una respuesta positiva al agregado de N, llegando a un máximo de la absorción de P con 100 unidades de N (40 Kg P abs/ha), por lo que se comprueba nuevamente la incidencia de la aplicación del fertilizante nitrogenado para facilitar la absorción de P por parte de las raíces (fig. N° 11).

En la gráfica también se destaca la incidencia de la aplicación de P a bajas dosis de N.

Para el caso del K absorbido el análisis de varian

za da respuesta altamente significativa con 1% de probabilidad para la aplicación de N (ANAVA N° 13.).

La ecuación de regresión es de la forma:

$\text{Kg Kabs/ha} = 118,18 + 0,59 \text{ N}$  con  $r^2 = 0,60$  por lo tanto los resultados obtenidos son explicados en un 60% por el nitrógeno.

La gráfica muestra que existe respuesta al agregado de dosis crecientes de N (fig. N° 16).

### Forma de aplicación

<u>Tratamiento</u>				
<u>N - P</u>	<u>Kg MS/ha</u>	<u>Kg Nabs/ha</u>	<u>Kg Pabs/ha</u>	<u>Kg K abs/ha</u>
0 - 0	8750	84	14	95
100 - 0 (R)	13877	139	39	179
100 - 0 (S)	13656	133	32	199
100 - 0 (D)	14886	144	35	191
100 - 80 (R)	15011	154	40	189
100 - 80 (S)	14313	131	40	185
100 - 80 (D)	13720	130	36	200

(R) = rastra

(S) = surco

(D) = disquera

El análisis de varianza para Kg de MS producidas/ha y N absorbido/ha no mostraron diferencias lo cual hace poco relevante las tendencias observadas (ANAVA N° 17).

En el cuadro se observa que la aplicación del fertilizante nitrogenado con disquera dio mayores rendimientos ya sea en Kg de MS/ha como así también en los Kg de N abs/ha. También se destaca que la aplicación de N - P dio aumentos en el rendimiento de MS y N absorbido y estos fueron mayores cuando los fertilizantes se aplicaron con rastra. Esto en función del alto nivel inicial de P del suelo (18 ppm) estaría poniendo de manifiesto la importancia de una pequeña dosis en los primeros centímetros del suelo disponible para el arranque del cultivo.

Los análisis de varianza para P y K absorbidos no mostraron diferencias significativas (ANAVA Nros. 25 y 29). En el cuadro se observa una leve superioridad del tratamiento con rastra para el caso del P abs/ha y para el K abs/ha no se tiene una tendencia definida.

Este suelo tipo Brunosol tiene mejores propiedades que el anterior tanto en el contenido de MO (3.6%), como en el de P (18 ppm) y K (0,58 meq).

El alto nivel de P fue mejor aprovechado cuando desapareció la limitante de N ya que este favorece un mayor desarrollo radicular para así poder captar el P del suelo e independizarse más rápido del fertilizante agregado.

Además este suelo tiene la ventaja comparado con el

anterior de presentar un horizonte A de mayor profundidad, lo que favorece una mayor exploración radicular, lográndo una mayor absorción de N y de P lo que redundó en un mayor rendimiento de MS/ha. Este aumento es más notorio cuando se aplican dosis altas de N y de P. Este horizonte A se continúa en profundidad con un horizonte B textural el cual no permite manifestar un alto potencial de rendimiento en comparación a los obtenidos en el vertisol y en el planosol.

#### Curva de crecimiento y evolución de N absorbido

En la gráfica D se puede observar que la pendiente de la curva de crecimiento es aún menor que la que se dio para el cultivo en el brunosol de Kunze, lo que estaría indicando que hubo un lento crecimiento en las primeras etapas de desarrollo debido a las deficiencias de N del suelo el que estaría dado por el nulo aporte del mismo por parte del rastrojo de avena.

En la gráfica H correspondiente al N absorbido por las plantas se observa que sin fertilizante la tendencia es hacia un rápido crecimiento hasta la floración y luego disminuye hacia la cosecha. En cambio, con 80P -100N y OP-100 N luego de la floración hay un aumento en el N abs., lo que nos indica la respuesta a la aplicación del fertilizante nitrogenado. Aquí también hay que recordar que existió error en la proporción en que intervino el grano en la muestra, a pesar de ello, la cantidad del N abs, a la cosecha superó al de la floración, lo cual hace más importante las diferencias.

### Conclusiones

En el Brunosol con 3,6% de MO, 13 ppm de  $\text{NH}_4$ , 12 ppm de  $\text{NO}_3$ , 18 ppm de P y con avena como cultivo anterior, se encontró respuesta al agregado de pequeñas dosis de fertilizante nitrogenado pasando de 8750 Kg de MS/ha sin fertilizante a 14.079 Kg con 50 unidades de N.

Para N absorbido hubo respuesta a la aplicación de dosis crecientes de N. Se parte de 84 Kg de N abs/ha sin fertilizante y se llega a 147 Kg con el agregado de 150 unidades de N.

Para P absorbido existió respuesta al agregado de N y de  $\text{P}_2\text{O}_5$  llegando a un máximo de absorción de 40 Kg P abs/ha con 100 N - 80 P.

Para K absorbido existió respuesta a dosis crecientes de N.

En cuanto a la forma de aplicación del fertilizante nitrogenado tanto para rendimiento de MS/ha como para el N absorbido se obtuvieron 14.886 Kg de MS/ha y 144 Kg de N abs/ha cuando el fertilizante fue incorporado con disquera. En cambio, cuando se aplicó el fertilizante nitrogenado junto con el fosfatado los mayores rendimientos de MS y de N absorbido se dieron cuando estos se aplicaron con rastra (15.011 Kg MS/ha y 154 Kg N abs/ha).

Para el P absorbido se observa una leve superioridad del tratamiento con rastra siendo de 39 Kg/ha para 100 N agregados y de 40 Kg para 100 N - 80 P.

Cuadro N<sup>o</sup> 1.- Planosol

Tratamiento	Kg MS/ha	$\bar{x}$ % N*	Kg Nabs/ha	Kg Pabs/ha	Kg Kabs/ha
0 - 0	16.708	0.76	123	19	253
0 - 80	17.080		137	15	256
50 - 0	16.199	0.84	144	23	251
50 - 80	15.466		125	16	206
100 - 0	14.957	0.9	141	17	236
100 - 80	17.508		153	18	261
150 - 0	17.271	0.99	168	20	255
150 - 80	17.468		177	22	300

\* Promedio de los tratamientos de 0 y 80 P.

Cuadro N<sup>o</sup> 2.- Vertisol

Tratamiento	Kg MS/ha	$\bar{x}$ % N*	Kg Nabs/ha	Kg Pabs/ha	Kg Kabs/ha
0 - 0	16.157		118	20	209
0 - 80	17.862	0.71	159	17	264
50 - 0	21.411		191	23	285
50 - 80	20.093	0.82	151	40	288
100 - 0	18.672	0.95	172	21	216
100 - 80	21.347		211	32	244
150 - 0	19.991	0.93	179	29	252
150 - 80	18.660		181	21	292

\* Promedio de los tratamientos de 0 y 80 P.

Cuadro N<sup>o</sup> 3.- Brunosol- Kunze

Tratamiento	Kg MS/ha	$\bar{x}$ % N*	Kg Nabs/ha	Kg Pabs/ha	Kg Kabs/ha
0 - 0	10.423	0.79	81	27	121
0 - 80	11.415		90	35	133
50 - 0	13.555	1	124	29	143
50 - 80	11.132		120	29	138
100 - 0	12.664	1.05	125	36	137
100 - 80	12.784		141	34	139
150 - 0	13.838	1.12	156	27	168
150 - 80	12.193		143	27	159

\* Promedio de los tratamientos de 0 y 80 P

Cuadro N<sup>o</sup> 4.- Brunosol - Enss

Tratamiento	Kg MS/ha	$\bar{x}$ % N*	Kg Nabs/ha	Kg Pabs/ha	Kg Kabs/ha
0 - 0	8.750	0.94	84	14	95
0 - 80	10.053		93	26	95
50 - 0	14.079	0.93	127	26	178
50 - 80	12.072		117	29	147
100 - 0	13.877	1.01	139	39	179
100 - 80	15.011		154	40	189
150 - 0	15.185	1.04	147	39	197
150 - 80	14.056		156	39	206

\* Promedio de los tratamientos de 0 y 80 P.

MS PRODUCIDA PARA DIFERENTES DOSIS DE N  
Y DOS NIVELES DE P

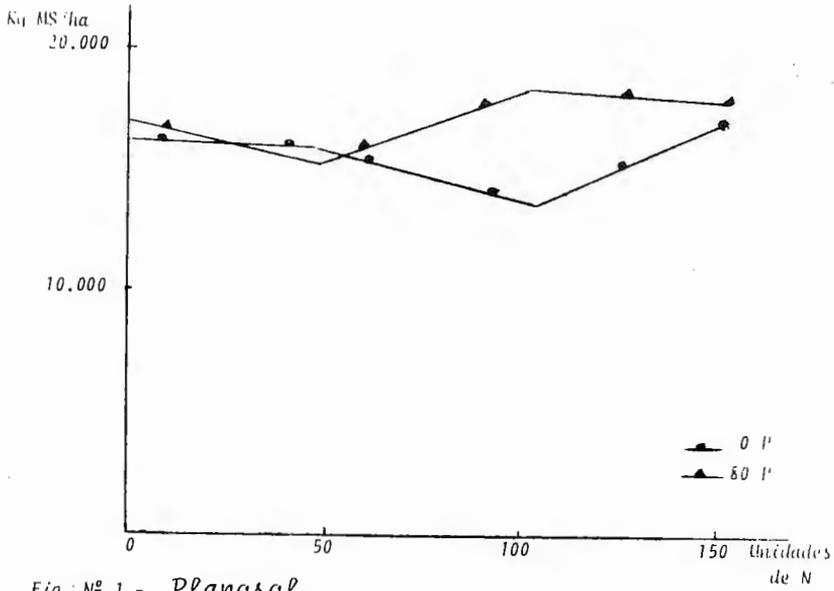


Fig. N° 1.- Planosol

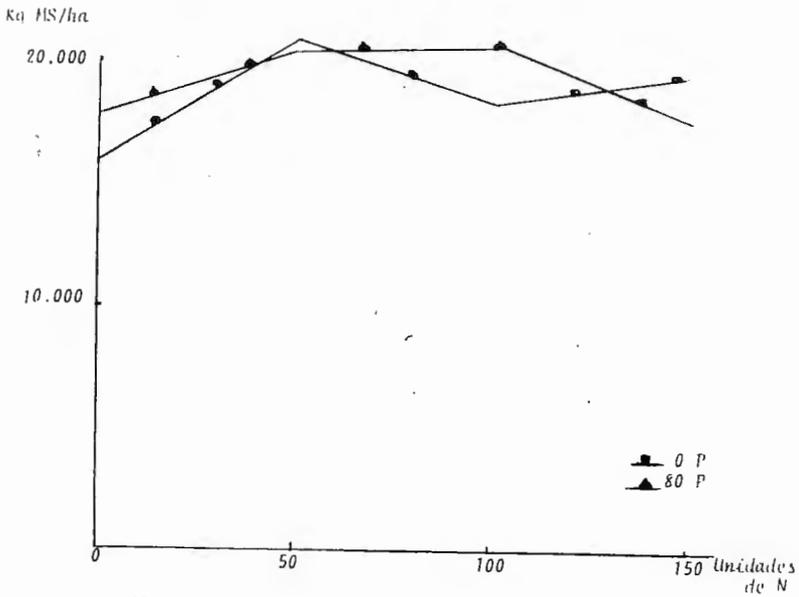


Fig. N° 2.- Vertisol

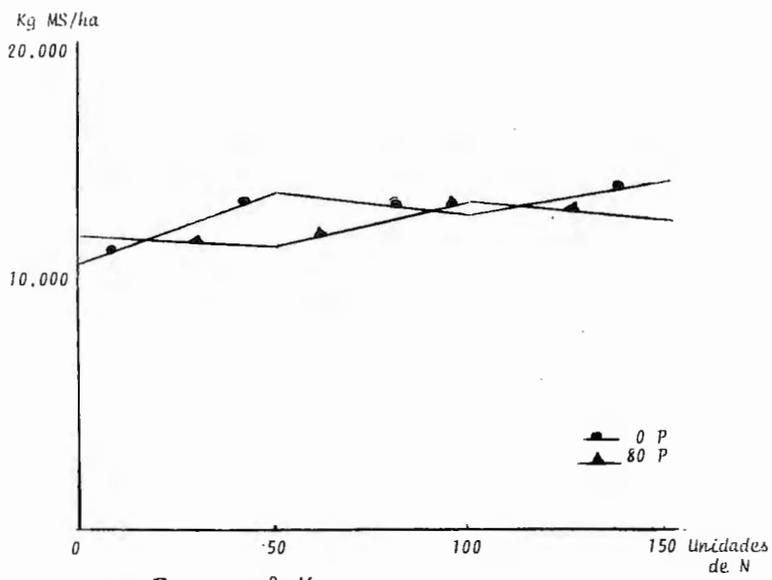


Fig. N° 3, Brunosol-Kunze

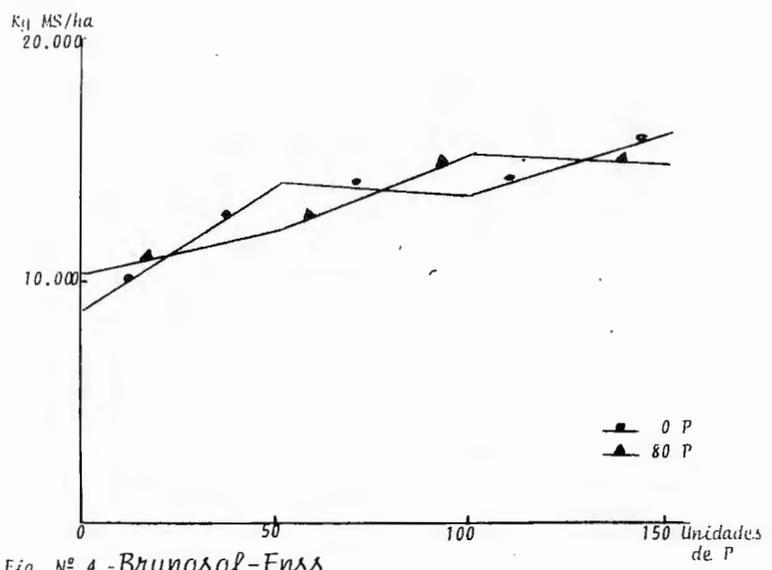
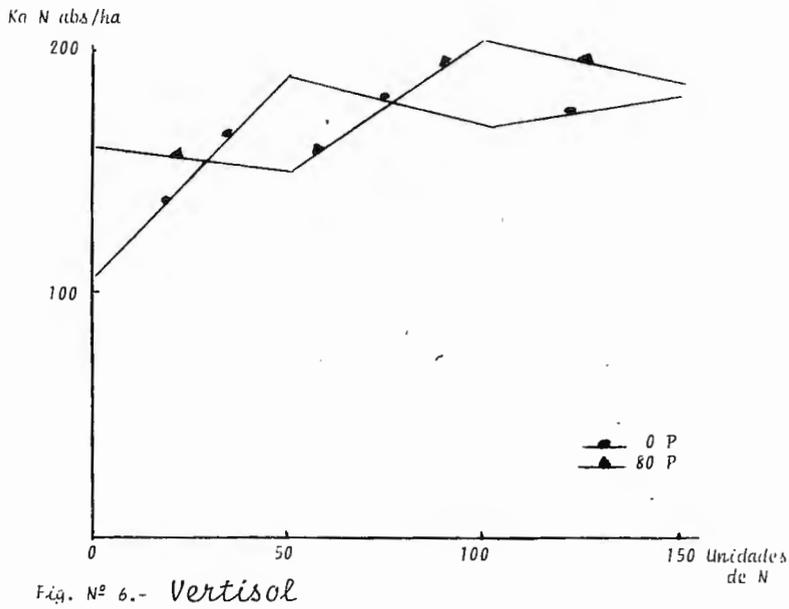
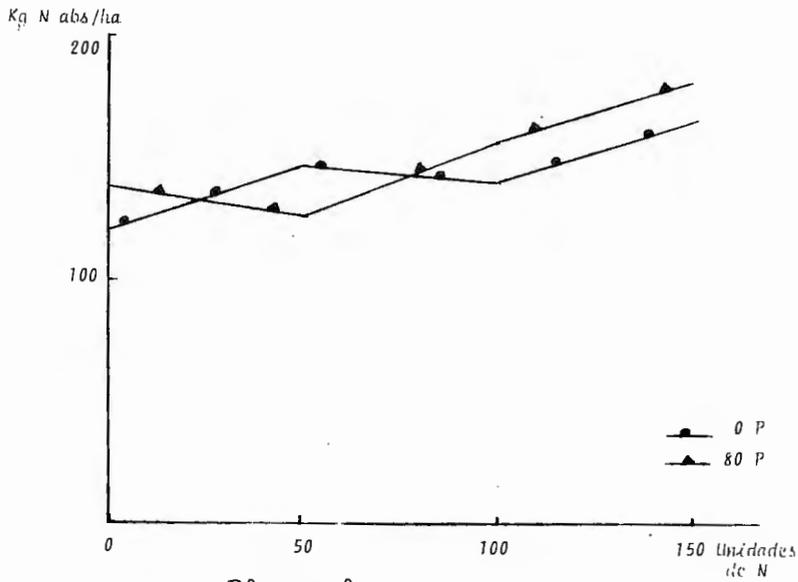
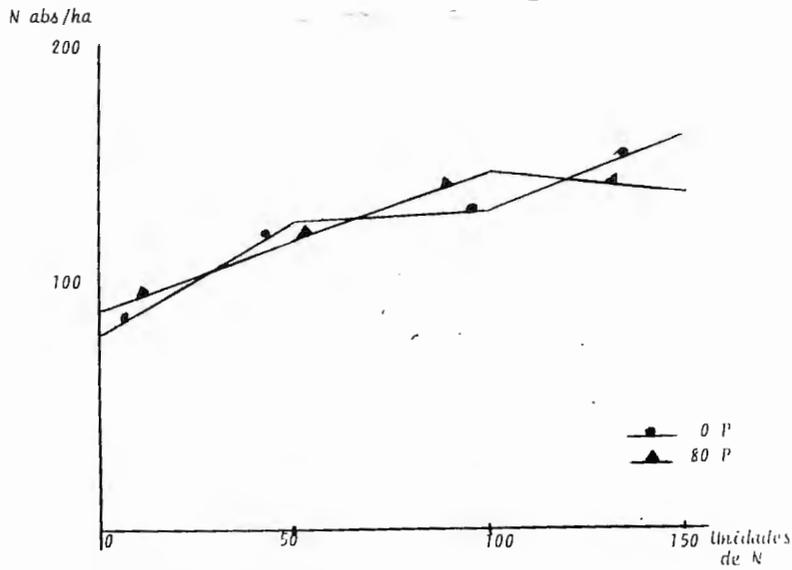
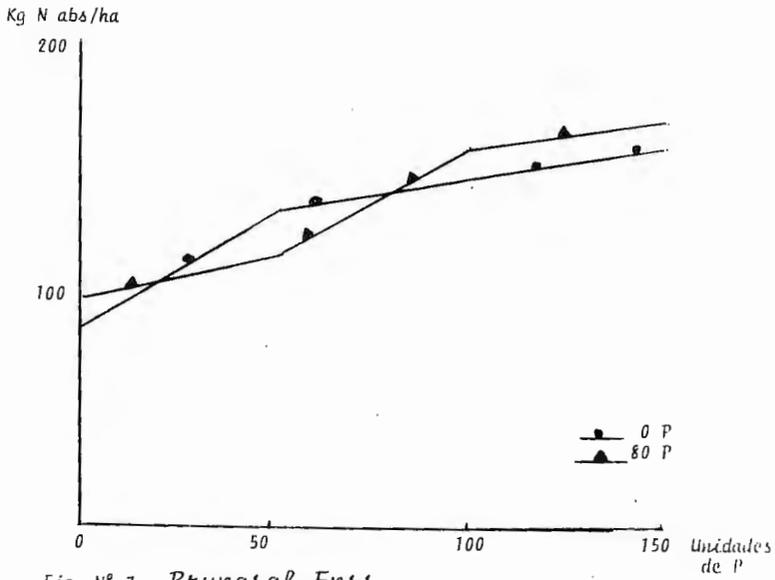


Fig. N° 4.-Brunosol-Enss

## N ABSORBIDO SEGUN DIFERENTES DOSIS DE N Y DOS NIVELES DE P





## P ABSORBIDO PARA DIFERENTES DOSIS DE N Y DOS NIVELES DE P

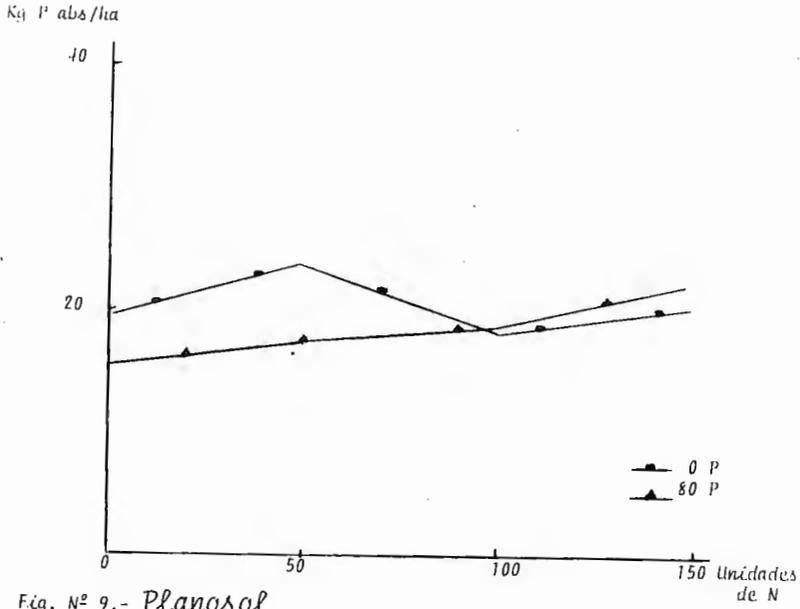


Fig. N° 9. - Planosol

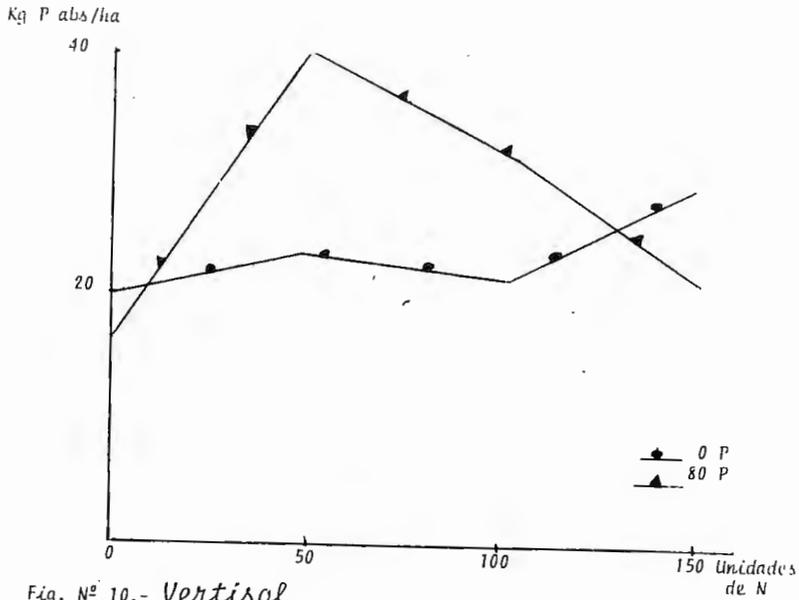
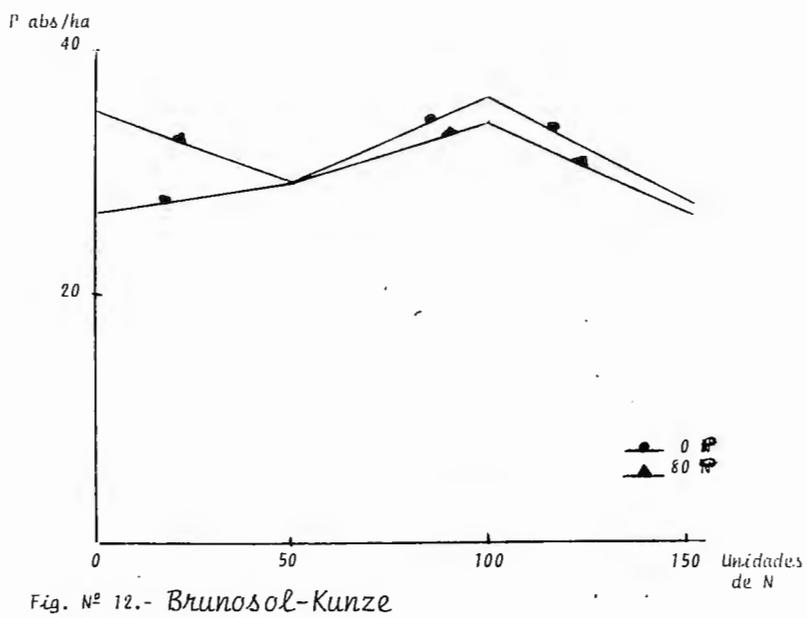
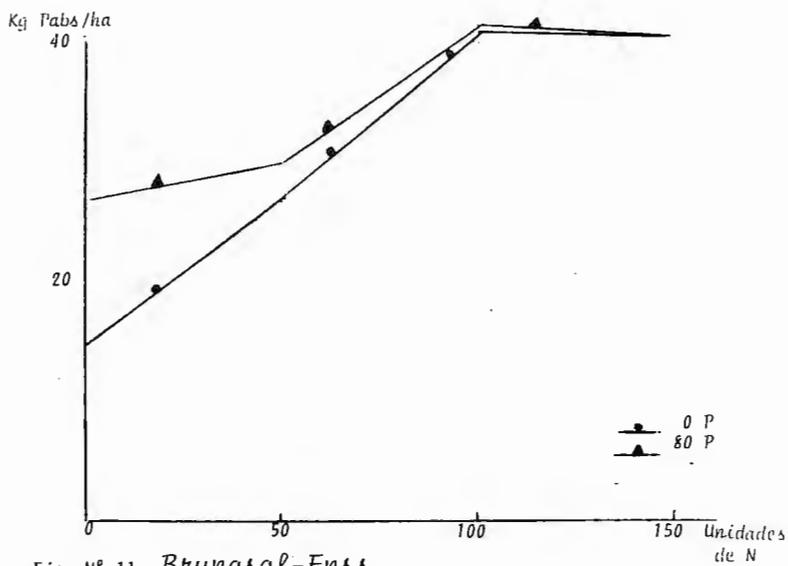
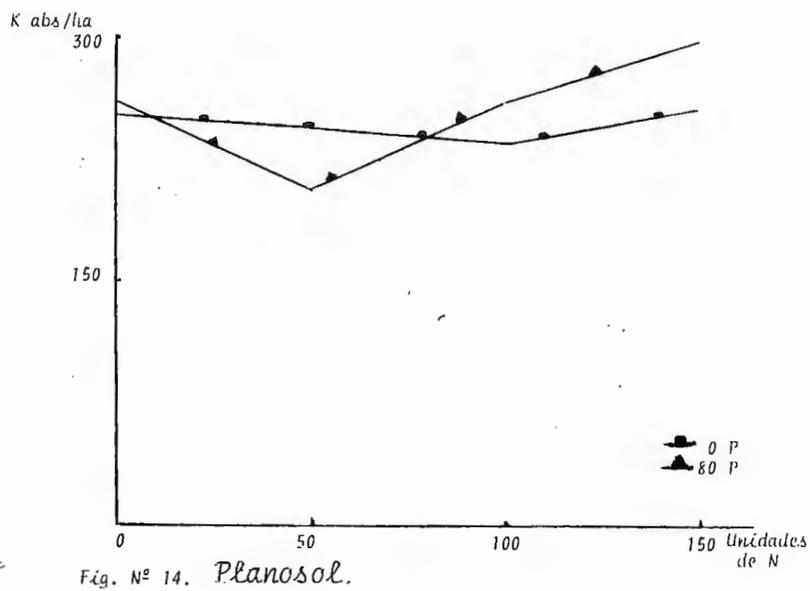
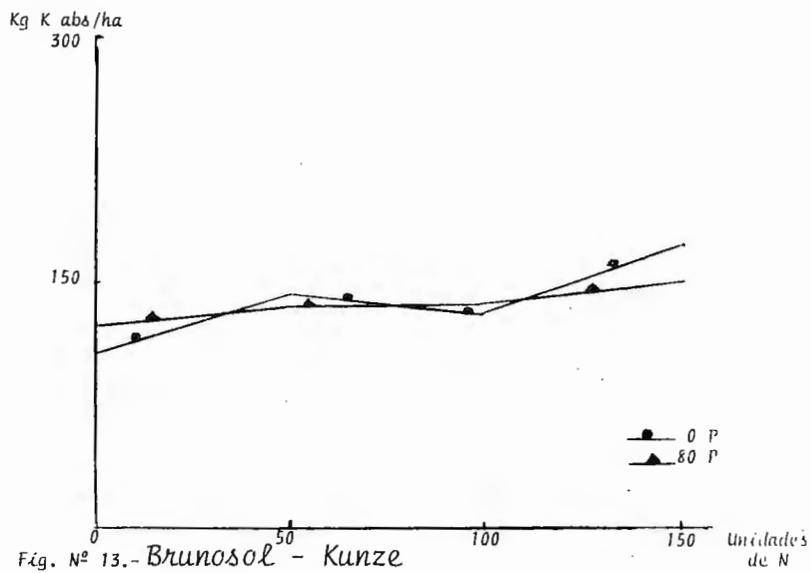
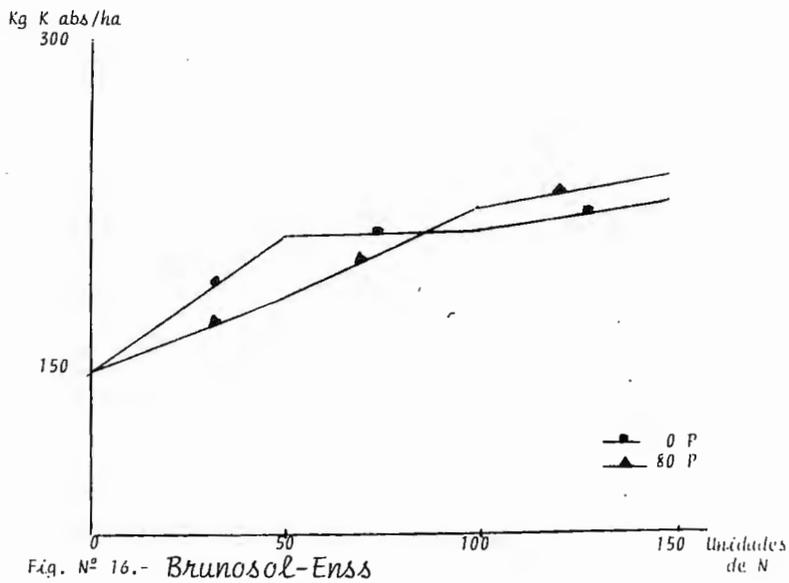
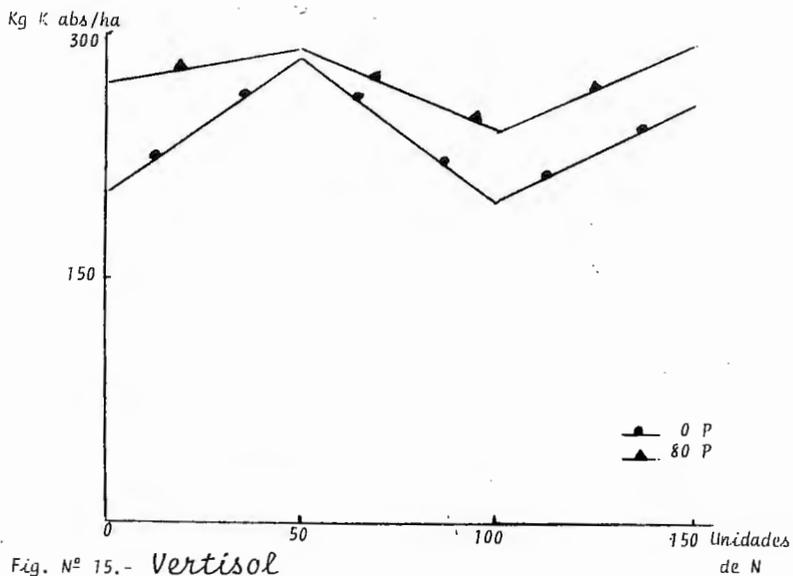


Fig. N° 10. - Vertisol



## K ABSORBIDO PARA DIFERENTES DOSIS DE N Y DOS NIVELES DE P





- Kg de Materia Seca producidos por ha

Planosol

N - P	23/12/87	19/1/88	10/3/88
0 - 0	824	10855	16708
100 - 0	1250	10028	14957
100 - 80	856	9296	17508

Vertisol

N - P	23/12/87	19/1/88	10/3/88
0 - 0	1030	9673	16157
100 - 0	1094	9998	18672
100 - 80	1339	10047	21347

Brunosol (Kunze)

N - P	23/12/87	19/1/88	8/3/88
0 - 0	571	8802	10423
100 - 0	635	9342	12664
100 - 80	1040	8627	12784

Brunosol (Enss)

N - P	23/12/87	19/1/88	8/3/88
0 - 0	1504	8750	10415
100 - 0	2500	9500	13877
100 - 80	2788	8979	15001

- Kg de Nitrogeno absorbido por ha

Planosol

N - P	23/12/87	19/1/88	10/3/88
0 - 0	35	162	123
100 - 0	38	159	141
100 - 80	26	168	153

Vertisol

N - P	23/12/87	19/1/88	10/3/88
0 - 0	29	153	118
100 - 0	33	178	172
100 - 80	42	148	211

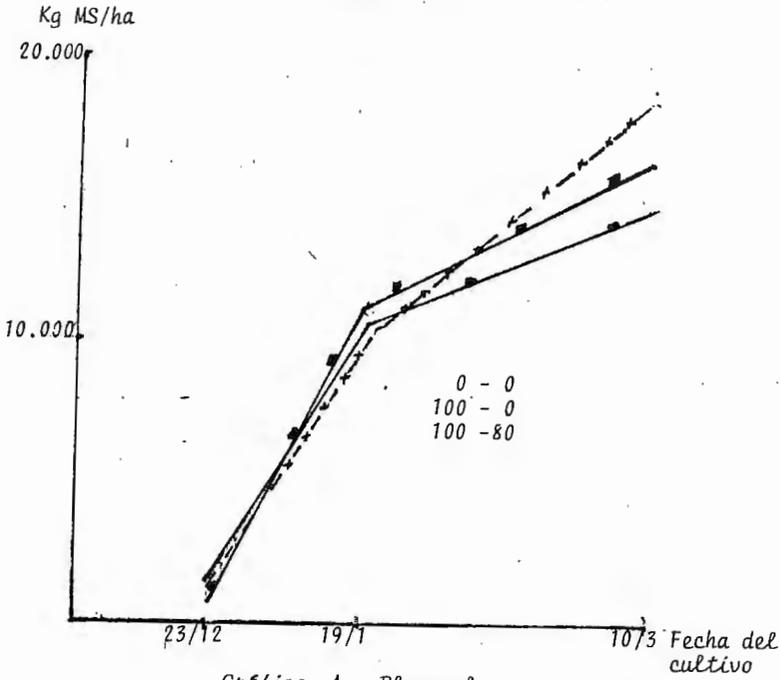
Brunosol (Kunze)

N - P	23/12/87	19/1/87	8/3/88
0 - 0	13	133	81
100 - 0	19	155	125
100 - 80	26	148	141

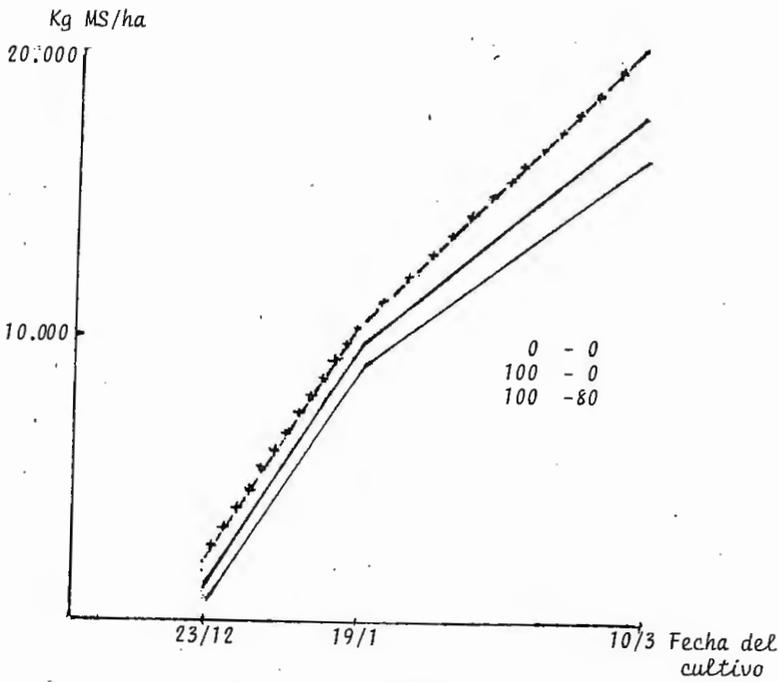
Brunosol (Enss)

N - P	23/12/87	19/1/87	8/3/88
0 - 0	21	152	84
100 - 0	58	133	139
100 - 80	76	145	154

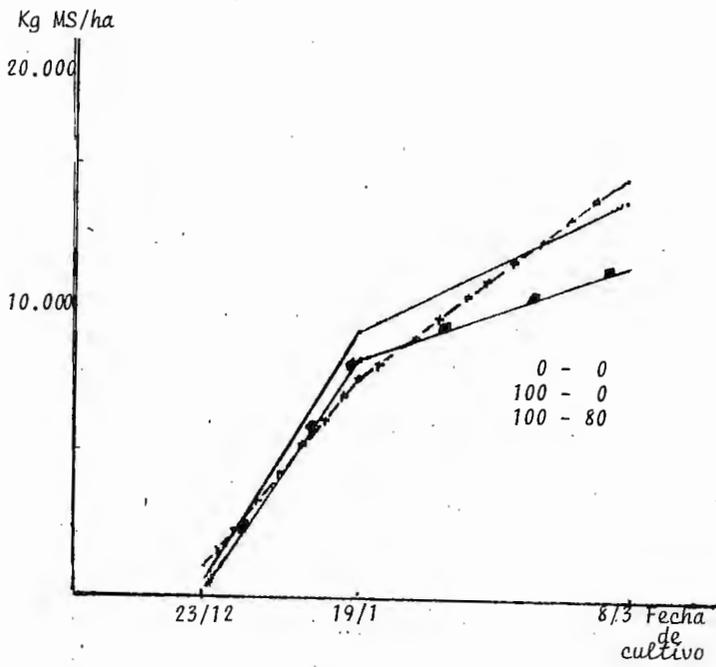
CURVAS DE CRECIMIENTO



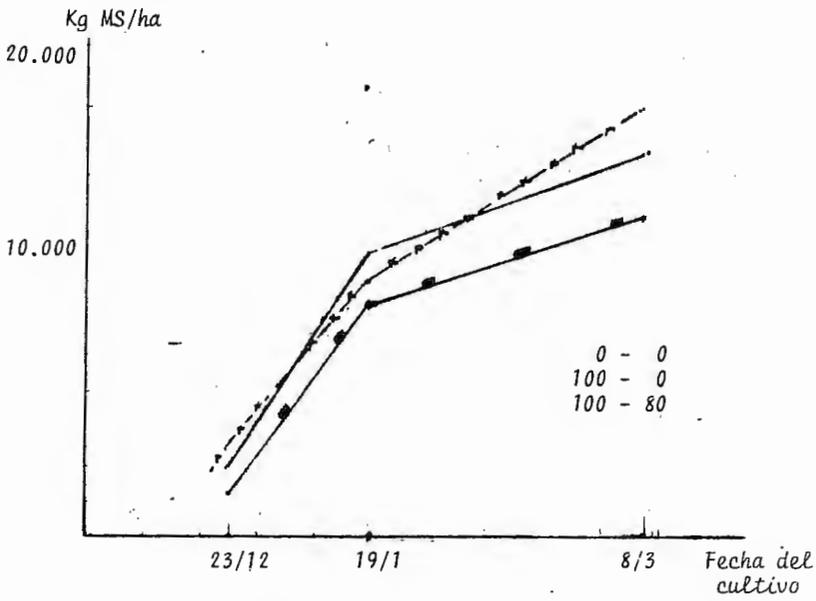
Gráfica A.- Planosol



Gráfica B.- Vertisol

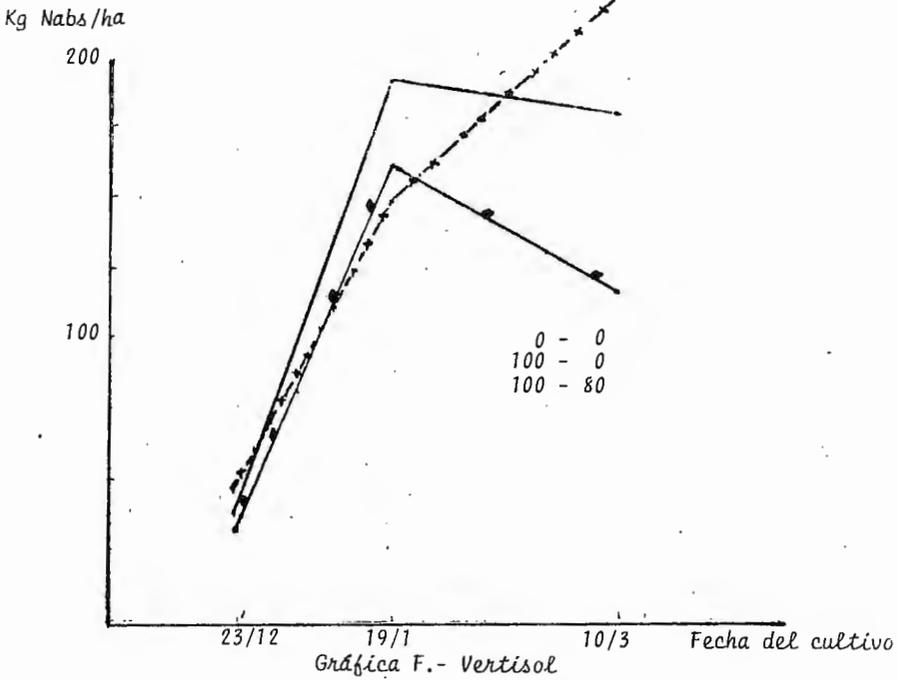
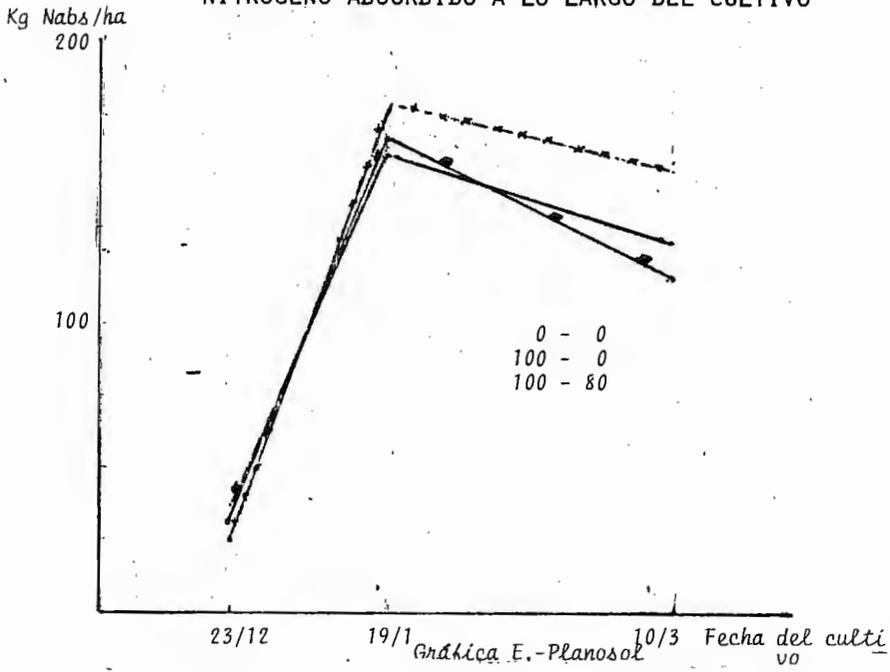


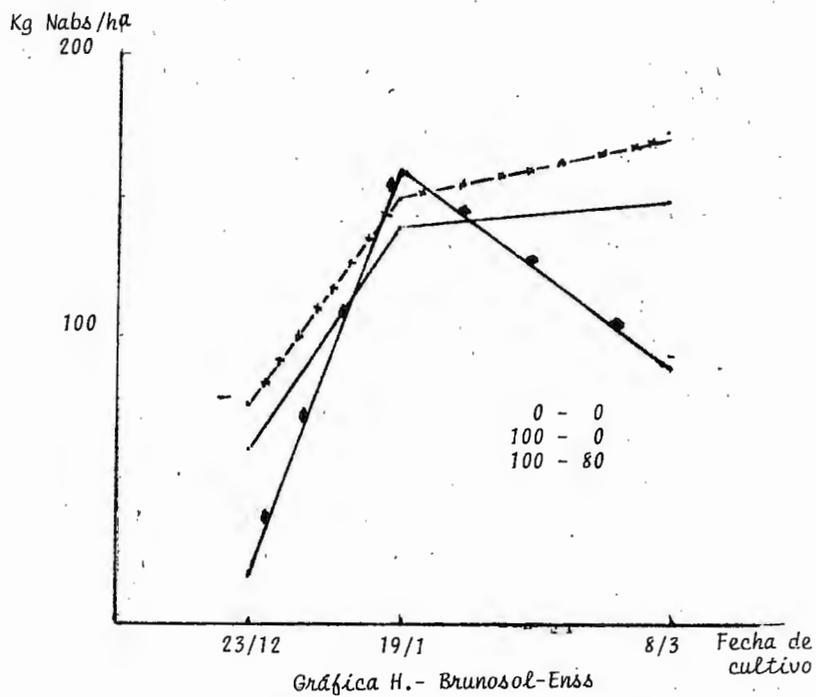
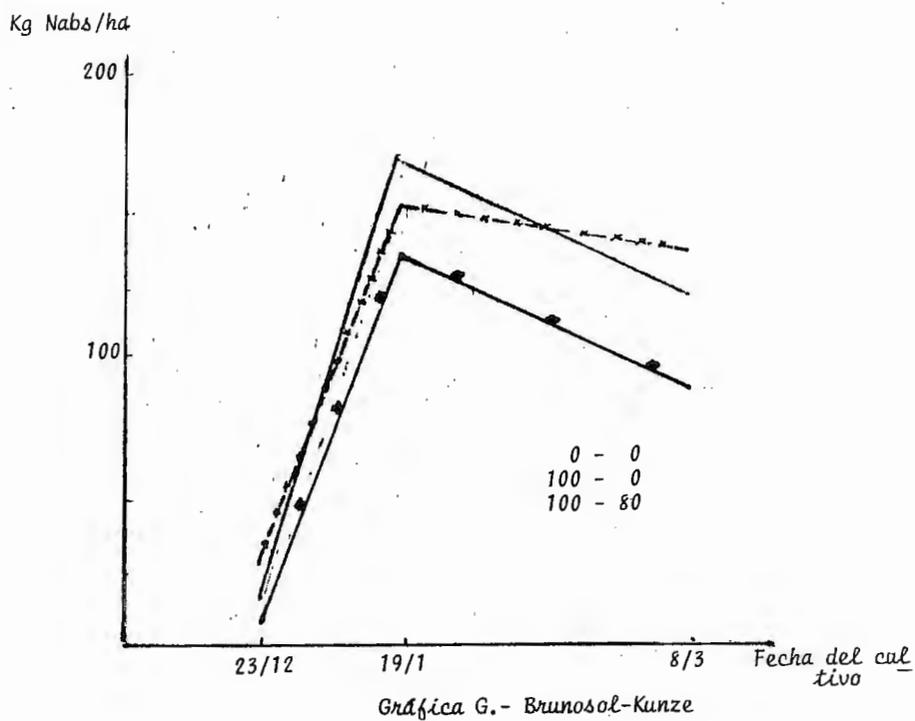
Gráfica C.- Kunze



Gráfica D.- Enss

NITROGENO ABSORBIDO A LO LARGO DEL CULTIVO

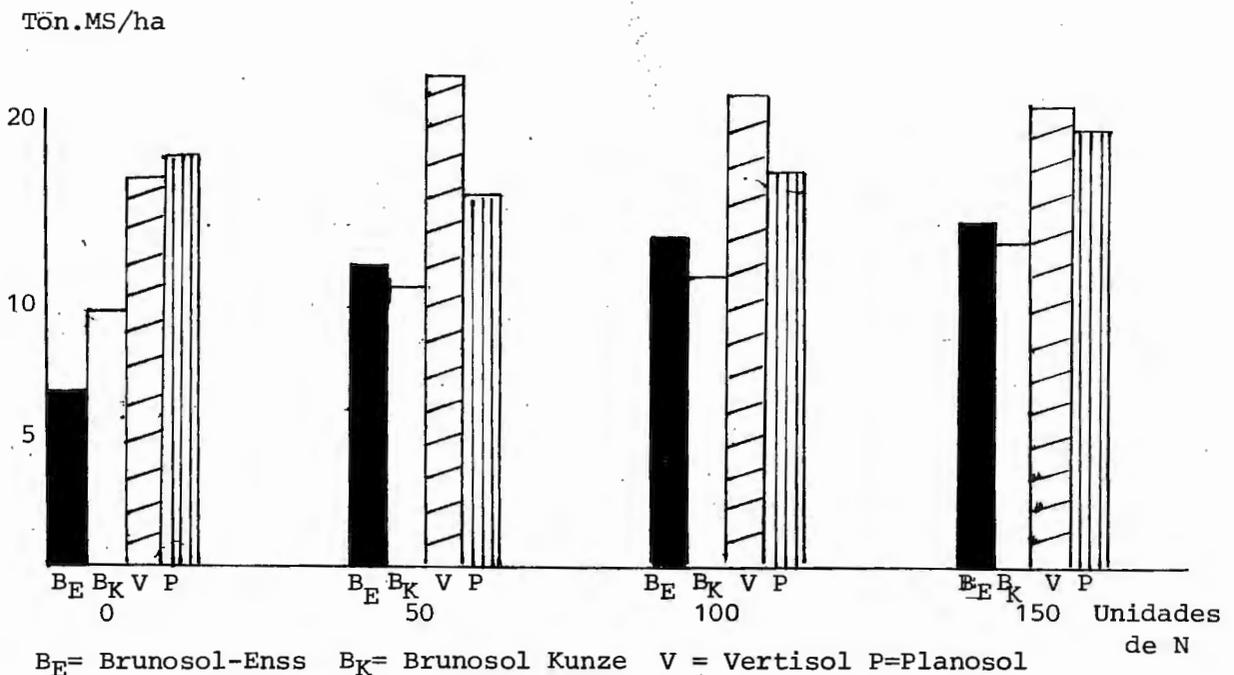




- Estudio comparativo de dosis de fertilizantes en los diferentes sitios de ensayo

Gráfica N°1 .-

Rendimiento de MS/ha según niveles de N, tomando el promedio del agregado y no agregado de P.



En los brunosoles y en el vertisol, se destaca una respuesta positiva al agregado de pequeñas dosis de N (hasta 50 unidades) no observándose diferencias a mayores dosis aplicadas.

En el caso del planosol aún echándole altas dosis de N no muestra aumentos considerables en el rendimiento. Esto se debe al nivel inicial de NH<sub>4</sub> (14 ppm) y NO<sub>3</sub> (25 ppm) y 2,7% MO en el suelo.

En el suelo tipo vertisol sí hubo respuesta al agregado de dosis bajas de N (50 unidades). Esto se debe al alto potencial de rendimiento del cultivo que se ve acompañado de mayores necesidades de N. También hay que tener en cuenta que este cultivo se encontraba libre de malezas que compitieran por nutrientes ya que se había aplicado herbicida preemergente.

Se observa además que los rendimientos en Kg de MS/ha en los suelos tipo brunosol fueron siempre menores que el vertisol y en el planosol. Esto se podría deber en primer lugar al tipo de suelo sobre el cual se instalaron los cultivos, además en los brunosoles se encontraba un horizonte B textural entre los primeros 15 - 20 cm de profundidad lo que limitó la exploración radicular.

A su vez estos suelos se encontraban con una pobre estructura física como consecuencia del uso agrícola intenso, bajo porcentaje de materia orgánica, etc.

Cabe destacar que todos los suelos venían de pradera menos el brunosol de Enss en el que se había cultivado avena anteriormente.

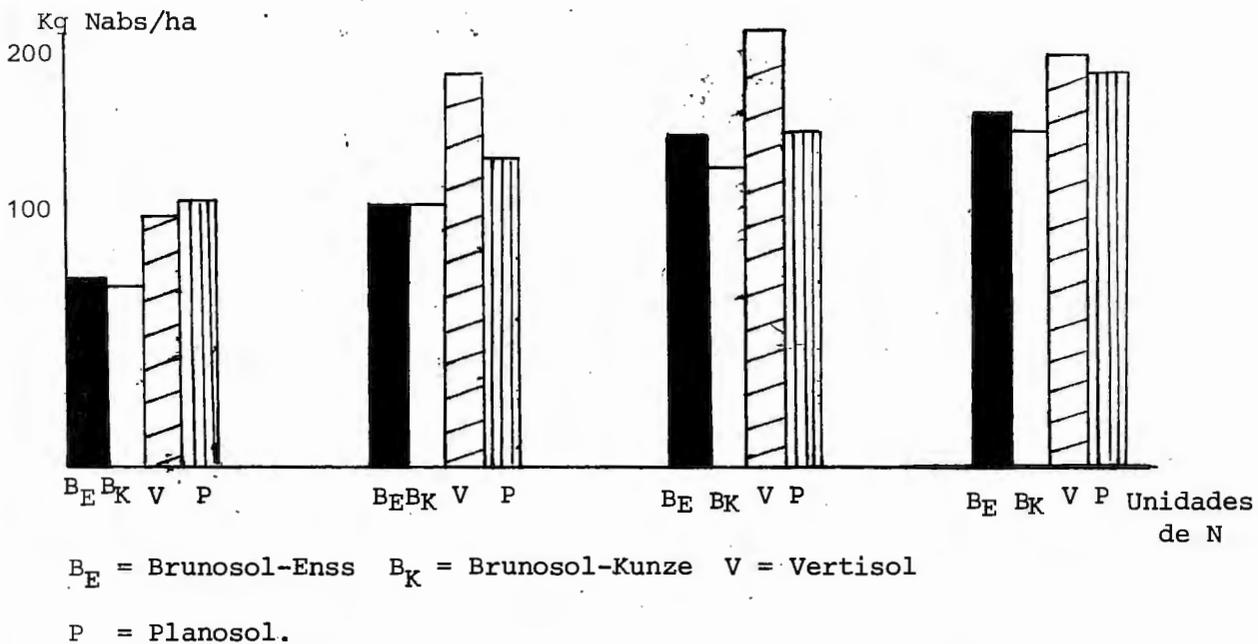
Las diferencias que se notan entre los diferentes suelos que provienen de pradera, pueden deberse además del tipo de suelo, al estado y calidad de la pradera incorporada. Es así que los del vertisol y planosol se encontraba en mejores condiciones que los del brunosol en cuanto a su productividad y porcentaje de leguminosas.

Otro elemento diferenciador es la presencia de malezas aún dentro de un mismo suelo.

Por otro lado, se observa que el cultivo que venía de avena mostró mayor respuesta al agregado de N.

Gráfica N° 2.-

N absorbido en Kg/ha según niveles de N aplicado al suelo y el promedio entre la dosis de 0 y 80 de P aplicado.



En la gráfica se observa una tendencia general a lograr el máximo de absorción de N por parte del cultivo con el agregado de 100 unidades del mismo. Importa resaltar que la dosis de N necesaria para lograr el máximo de rendimiento de MS es menor (aproximadamente 50 unidades de N, gráfi

ca N° 1) que la requerida para llegar al máximo de absorción de N (aproximadamente 100 unidades de N). Esto está indicando que la planta aunque haya alcanzado altos rendimientos en Kg MS/ha aún continúa absorbiendo N.

Si realizamos el cálculo de eficiencia estimada tomando como ejemplo el caso del brunosol de Enss el cual presentó respuesta clara a la fertilización tenemos que:

$$\text{Ef. estimada para N abs.} = \frac{N_{100-0} + N_{100-80}}{2} - \frac{N_{0-0} + N_{0-80}}{2}$$


---

100

para 100 unidades de N aplicadas

$$\text{Ef. est.} = \frac{146,5 - 88,5}{100} = 58\% \text{ lo que está indicando}$$

un buen aprovechamiento del fertilizante nitrogenado aplicado como consecuencia de las condiciones climáticas favorables que se dieron durante el desarrollo del cultivo.

## V. CONCLUSIONES

Los cuatro sitios donde se llevaron a cabo los ensayos manifestaron diferentes potenciales de rendimiento de acuerdo a las diferentes propiedades físicas, químicas y de manejo anterior de los suelos.

En el Planosol con horizonte A profundo, franco-limo so, 4,2% de MO, 14 ppm de  $\text{NH}_4$ , 25 ppm de  $\text{NO}_3$ , 9,2 ppm de P, importante presencia de malezas, cultivo anterior pradera de tercer año con leguminosas, el rendimiento máximo logrado fue de 17.508 Kg MS/ha con un promedio del ensayo de 16.582 Kg MS/ha no se logró respuesta al agregado de fertilizante en cuanto al rendimiento en Kg de MS. Por otro lado, hubo una tendencia al aumento de N, P, K absorbidos cuando se aplicaron dosis crecientes de N y P.

En el Vertisol con un horizonte A pesado, 5,4% de MO, 18 ppm de  $\text{NH}_4$ , 18 ppm de  $\text{NO}_3$ , 8 ppm de P, sin presencia de malezas, una pradera incorporada de tercer año con alta proporción de leguminosas, se pudo obtener un rendimiento de maíz de 21.411 Kg de MS/ha y el promedio del ensayo fue de 19.274 Kg de MS/ha.

Se encontró respuesta positiva a la aplicación de bajas dosis de N (50 unidades) para MS y superiores para N absorbido/ha.

En el Brunosol (Kunze) con horizonte A poco profundo,

con propiedades físicas degradadas por uso agrícola intenso, con 2,7% de MO, 5 ppm de  $\text{NH}_4$ , 14 ppm de  $\text{NO}_3$ , 11,5 ppm de P, con importante presencia de malezas, con rastrojo de pradera convencional de tercer año de baja calidad; el rendimiento máximo obtenido fue de 13.838 Kg de MS/ha y el  $\bar{x}$  de ensayo de 12.250 Kg de MS. Se encontró respuesta positiva al agregado de dosis bajas de N.

Para N y P absorbidos existe mayor respuesta a dosis altos de N. (150 unidades).

El Brunosol con horizonte A de mayor profundidad que el anterior, con 3,6 % de MO, 13 ppm de  $\text{NH}_4$ , 12 ppm de  $\text{NO}_3$ , 18 ppm de P, con un cultivo de avena anterior al maíz, el rendimiento máximo logrado fue de 15.185 Kg MS/ha y el promedio del ensayo fue de 12.885 Kg de MS.

Se halló respuesta positiva al agregao de pequeñas dosis de N (50 unidades) en el rendimiento de MS/ha, a altas dosis para N y P absorbidos.

Respecto a la forma de aplicación del fertilizante, en el Vertisol los mayores rendimientos Kg MS/ha se dieron cuando se aplicó el fertilizante nitrogenado con rastra. Lo mismo sucedió en el caso del Brunosol de Enss cuando se aplicaron conjuntamente N - P. En cambio, para el Brunosol de Kunze la fertilización nitrogenada al surco fue la que mostró los mayores rendimientos.

En el caso del Planosol al no haber respuesta a N- P no es de considerar la forma de aplicación.

## VI. RESUMEN

Fueron realizados cuatro ensayos de fertilización en maíz en distintos establecimientos lecheros entre los meses de octubre de 1987, marzo de 1988. Dos de los cuales fueron sobre Brunosoles eútricos típicos, uno sobre un Vertisol rúptico lúvico y otro en un Planosol subeútrico melánico.

Todos los suelos se manejaron en los años anteriores con praderas convencionales, excepto un Brunosol que venía de un cultivo de avena para pastoreo.

En todos los casos el maíz sembrado fue el híbrido Dekalb 3 F - 22 a 80 cm x 18 cm.

La siembra fue del 30 de octubre al 12 de diciembre de 1987 y la cosecha del 8 al 10 de marzo de 1988.

La cosecha consistió en 6 pl/surco en los 3 surcos centrales menos en el Vertisol que fue de 8 pl/surco en los 2 centrales. El diseño experimental utilizado fue de bloques y parcelas al azar. Se evaluaron dos dosis de P (0, 80 unidades) y cuatro de N (0 - 50 - 100 - 150).

También se evaluó la forma de aplicación del fertilizante para 0 P - 100 N y 80 P - 100 N en el surco (dos bandas ubicadas al costado y abajo de la semilla); incorporado con disquera o con rastra.

Para el Vertisol el promedio del ensayo fue de 19.274 Kg MS/ha con respuesta positiva al agregado de dosis bajas de N (50 unidades) para producción de MS y superiores para N absorbido/ha.

Para el Planosol el promedio de ensayo fue de 16.582 Kg MS/ha no lográndose respuesta al agregado de fertilizante en cuanto a MS pero sí hubo una tendencia al aumento de N, P, K absorbidos cuando se aplicaron dosis crecientes de N, P.

Para el Brunosol (Kunze) el promedio del ensayo fue de 12.250 Kg MS con respuesta positiva al agregado de dosis bajas de N. Para N y P absorbidos hay mayor respuesta a dosis más altas de N.

Para el Brunosol (Enss) el promedio de ensayo fue de 12.885 Kg MS con respuesta a pequeñas dosis de N (50 unidades) y a altas dosis para N y P absorbidos.

Respecto a la forma de aplicación del fertilizante, en el Vertisol los mayores rendimientos en Kg MS/ha se dieron cuando se aplicó el fertilizante nitrogenado con rastra. Lo mismo sucedió en el caso del Brunosol de Enss cuando se aplicaron conjuntamente N - P. En cambio en el Brunosol de Kunze la aplicación al surco fue la que mostró los mayores rendimientos. En el Planosol no se considera la forma de aplicación por no haberse obtenido respuesta a N - P.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALDICH, S y LENG, E. Producción Moderna de Maíz. México. Ed. Hemisferio Sur, 1974. 308p.
2. ALEXANDER, R.A. Composition and digestibility of corn silage as affected by fertilizes rate and plant population. Journal of Agricultural Science 22:5-8. 1963.
3. AMEZAGA, J.J. y MATTIAUDA, D. Efectos de la remoción del suelo durante el cultivo de maíz. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Fac. de Agronomía, 1984.
4. BANDEL, V.A., DZIENIA, S., STANFORD, G. Comparison of N fertilizers for no-till corn - Agronomy Journal 72: 337 - 341. 1980.
5. CARAMBULA, M y PIZARRO , E. Fuentes y dosis de nitrógeno en sorgo. Facultad de Agronomía, Uruguay. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", Boletín Técnico 8(1):19 - 30. 1973.
6. CARNEIRO et al. Consumo e digestibilidade "aparente" de silagens mistas de milho e soja anual. Arquivos da Escola de Veterinaria V.F.M.G. (Brasil). 34(2) : 397 - 404. 1982.
7. CLAASEN, M.M. and SHAW, R.H. Water defficit effect of

corn I Vegetative components. Agronomy Journal 62 (5): 649 - 652. 1970.

CUMMINGS, A.G. and DOBSON J.W. Corn for silage as influenced by hibrid naturity, spacing, plant population and climate. Agronomy Journal 65:240 - 243. 1973.

DOSS, B.D.; KING, C.C.; PATTERSON, R.M. Yield components and water use by silage corn with irrigation, plastic mulch, nitrogen fertilization, and plant spacing. Agronomy Journal 62: 541 - 543. 1970.

EIK, K.; HANWAY, J.J. Leaf area in relation to yield of corn grain. Agronomy Journal 50(1): 16 - 18. 1966.

FERNANDEZ, G. Maíz- Separata 526- Cátedra de Cereales y cultivos Industriales E.E.M.A.C.Facultad de Agronomía. Paysandú- Uruguay 1982.

FERRANDO, A.F. y SILVA MALET, E. Efecto residual del laboreo del subsuelo en cultivos de maíz. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo - Facultad de Agronomía, 1982. 110p.

GENTER, C.F. and CAMPER, H.M. Component plant part development in maize as affected by hibrids and populations density. Agronomy Journal 65: 669 - 671. 1973.

HANWAY, J.J. Corn growth of different composition in relation to soil fertility. I: Growth of different plants parts and relations between leaf weight and yield. Agronomy Journal 54(2):145-148. 1962.

15. HANWAY, J.J. Corn growth and composition in relation to soil fertility II. Uptake in N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. *Agronomy Journal* 54(3):217-222. 1962.
16. JORDAN, LAIRD and FERGUSON Growth rates and nutrients uptake by corn in a fertilizers spacing experiment. *Agronomy Journal* 42:261 -268. 1950.
17. KACHELLE, T. y De LEON, J.E. Evaluación de cultivares de Maíz para ensilar. Producción de MS, composición de la planta y composición química de los forrajes en 3 fechas de carta. Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía. Montevideo 1983. Trabajos presentados. Montevideo-Facultad de Agronomía 1983.
18. LABELLA, S. Manejo de Maíz en secano en el noreste uruguayo. In Uruguay. CIAAB. Estación Experimental del Norte 1976. Cultivos de Verano en el Noreste. Tacuarembó 1976. p. 21.
19. LINTON, B. Manual para la consevación del forraje. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur, 1977.
20. LLANOS COMPANY, M. El Maíz: su cultivo y aprovechamiento Madrid, España 1984. p. 318.
21. MACHADO, E. et al Quantitative growth analysis of four varieties grown at three plant densities using fitted mathematical Junctions. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 4: 825 - 833. 1982.

22. MENGEL, D.B.D.N. HUBER, D.M. Placement of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. Agronomy Journal 72: 515 - 518 - 1980.
23. PENA, J.J. y TARALLO, H.J. Causas morfo-fisiológicas de las diferencias de rendimiento en un ensayo varietal de Maíz. Tesis. Ing.Agr. Montevideo Facultad de Agronomía. 1982. 123 p.
24. PHIPPS, R.H. an WELLER, R.F. The development of plant components an their effects on the composition of fresh and ensiled farage maize. I. The acumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value fresch maize. Journal of Agricultural Science. Cam - bridge 92, 471 - 483. 1979.
25. PIZARRO, E.A. Momento da colheita em uma cultura de milho para solagem. Imf. Agropecuaria Belo Horizonte (Brasil) 4(4\*): 9 - 11 1978.
26. RABUFFETTI, A. Nitrogeno. Cátedra de Fertilidad y Fertilizante. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.
27. ROSSI, A et al. Evaluación de la compotencia de malezas en el cultivo de maíz. In Congreso Nacional de Maíz, 2do, Pergamino, Argentina 1980. Trabajos presentados. Pergamino, INTA. 1960 pp. 109 - 113.
28. RUTGER, J.N. and y CROWDER, L.V. Effect of population and row width on corn silage yietds. Agronomy Jour - nal 59(5) 475 -476. 1967.

29. SANDELL FARM NITROGEN. Ridge - Till 1987. Report.
30. SHERROD, L.B. et al. Effects of stage of naturility yield composition and nutritive value of whole plant corn and forrage sorghum. Bulletin Technique 72:15 - 1968.
31. SILVA, J.F.S. GOMIDE, J.A. aFONTES, C.A.A. Valor nutritivo das silagens de milho ede sorgo e do pé de milho e da pé de sorgo secos Revista. Ceres. (Brasil) 20: 242 - 253. 1973.
32. SILVEIRA, A.C. et al Estudio comparativo entre a valor nutritivo da silagem de milho e da pé de milho seco e triturado. Revista da Sociedade Brasileira de Zoo<sup>o</sup>tecnia 8(1): 124 - 132. 1979.
33. TOUCHTON, J.T. and HARGROVE, W.L. Nitrogen sources and methods of application for no tilloge corn produc - tion. Agronomy Journal 74: 823 - 826. 1982.
34. URIYO, A.P. SINGH, B.R; KIMAMBO, A.E. Evaluación de mé<sup>o</sup> todos de aplicación, necesidades de N y efectos de N P en el suelo, rendimiento de maíz y NPK en hojas. East African Agricultural and Forestry Journal. Morogaro, Tanzania 42: 243 - 258 1977.
35. URUGUAY - CIABB. Colonia - Maíz - Boletín de Divulgación N<sup>o</sup> 26. 1974.

36. VITHOSH, M.L. DARLINGTON, W.H. RICE, C.W. CHISTENSON  
Dr. Fertilizer mangement for conservation tillaje.  
Teb. 1984. Inc. in premilinary proceeeding for a system  
tem approach to conservation tillage. Michigan sta-  
te university Department of crop and soil sciencen.
37. WESTERMANN and S.E. CROTHERS. Agronomy Journal 92: 427-  
432 1980.

### VIII. APENDICE

ANAVA N° 1.- Análisis de Varianza para MS producido  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	8921928	2		
T. N.	105598073	3	35199357.7	11.659***
T.P.	187620	1	187620	0.062
T.N. *P	12210856	3	4070285.33	1.348
Error	42264923	14	3018923.07	
Total	169183399	23		

c.v. = 13%

ANAVA N° 2.- Análisis de Varianza de la MS producida  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C	G.L.	C.M.	F
Bloques	3013637	2		
T.N.	15599299	3	5199766.33	3.317*
T.P.	3291521	1	3291521	2.1 NS
T.N. *P	11057867	3	3685955.67	2.351 NS
Error	21940887	14	1567206.21	
Total	54903211	23		

c.v. = 10%

ANAVA N° 3.- Análisis de Varianza de la MS producida  
(Planosol-Santos).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	6712072	2		
T.N.	8405586	3	2801862	0.688 NS
T.P.	2137264	1	2137264	0.523 NS
T.N. *P	8697296	3	2899098.67	0.712
Error	56988206	14	4070586.14	
Total	82940424	23		

c.v. = 12%

ANAVA N° 4.- Análisis de Varianza de la MS producida  
(Vertisol - Avondet)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	3711648	2		
T.N.	47133584	3	1571194.7	7.328 ***
T.P.	1124064	1	1124064	0.524
T.N. *P	19229672	3	6409890.67	2.99 *
Error	30011952	14	2143710.86	
Total	101210920	23		

c.v. = 7.6%

ANAVA N° 5.- *Análisis de Varianza para N absorbido*  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	450.25	2		
T.N.	14465.458	3	4821.819	8.414 ***
T.P.	273.375	1	273.375	0.477 NS
T.N. *P	672.124	3	244.041	0.39 NS
Error	8022.416	14	573.029	
Total	23883.624	23		

c.v. = 18%

ANAVA N° 6.- *Análisis de Varianza de N absorbido*  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	72.583	2		
T.N.	11585.666	3	3861.888	23.203 ***
T.P.	2.666	1	2.666	0.016 NS
T.N. *P	1380.333	3	460.111	2.764 *
Error	230.083	14	166.434	
Total	15371.333	23		

c.v. = 10%

ANAVA N° 7.- Análisis de Varianza del N absorbido  
(Planosol - Santos)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2546.332	2		
T.N.	4790.999	3	1596.999	3.829 **
T.P.	8.166	1	8.166	0.019 NS
T.N. *P	976.833	3	325.611	0.78 NS
Error	5839	14	417.071	
Total	14161.332	23		

c.v. = 15%

ANAVA N° 8.- Análisis de Varianza del N absorbido  
(Vertisol - Avondet).

F.V	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	1628.083	2		
T.N.	8918.791	3	2972.93	10.297 ***
T.P.	900.375	1	900.375	3.118
T.N. *P	6566.791	3	2188.93	7.581 ***
Error	4041.899	14	288.707	
Total	22055.951	23		

c.v. = 10%

ANAVA N° 9.- Análisis de Varianza para P absorbido  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	21.583	2		
T.N.	1581.499	3	527.166	16.707 ***
T.P.	104.166	1	104.166	3.301 *
T.N. *P	118.833	3	39.611	1.255 NS
Error	441.749	14	31.553	
Total	2267.833	23		

c.v. = 23%

ANAVA N° 10.- Análisis de Varianza de P absorbido  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	24.333	2		
T.N.	102.333	3	34.111	1.806 NS
T.P.	13.5	1	13.5	0.715 NS
T.N. *P	324.833	3	108.277	5.734 ***
Error	264.333	14	18.88	
Total	729.333	23		

c.v. = 13%

ANAVA N° 11.- Análisis de Varianza del P absorbido  
(Planosol- Santos).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	36.583	2		
T.N.	25.791	3	8.597	0.88 NS
T.P.	40.041	1	40.041	4.099 *
T.N. *P	49.791	3	16.597	1.699 NS
Error	136.75	14	9.767	
Total	288.958	23		

c.v. = 17%

ANAVA N° 12.- Análisis de Varianza del P absorbido  
(Vertisol - Avondet).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	34.083	2		
T.N.	512.331	3	170.777	7.276 ***
T.P.	112.666	1	112.666	4.8 **
T.N. *P	579.667	3	193.222	8.232 ***
Error	328.583	14	23.47	
Total	1567.333	23		

c.v. = 18%

ANAVA N° 13.- Análisis de Varianza para K absorbido  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2990.333	2		
T.N.	29018.791	3	9672.93	14.706 ***
T.P.	155.041	1	155.041	0.235 NS
T.N. *P	2746.458	3	915.486	1.391 NS
Error	9208.333	14	657.738	
Total	44118.957	23		

c.v. = 15%

ANAVA N° 14.- Análisis de Varianza de K absorbido  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	68682.25	2		
T.N.	92287.667	3	30762.555	1.141 NS
T.P.	33750	1	33750	1.252 NS
T.N. *P	91697.665	3	30565.888	1.134 NS
Error	377158.416	14	26939.886	
Total	663576	23		

c.v. = 13%

ANAVA N° 15.- Análisis de Varianza del K absorbido  
(Brunosol - Santos).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	484.083	2		
T.N.	4534.458	3	1511.486	2.359 NS
T.P.	9.374	1	9.374	0.014 NS
T.N. *P	5418.459	3	1806.153	2.819 *
Error	8968.581	14	640.612	
Total	19414.957	23		

c.v. = 10%

ANAVA N° 16.- Análisis de Varianza del K absorbido  
(Vertisol - Avandet).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	1624.75	2		
T.N.	12757.5	3	4252.5	7.611 ***
T.P.	6936	1	6936	12.414 ***
T.N. *P	2504.333	3	834.777	1.494 NS
Error	7821.914	14	558.708	
Total	31644.499	23		

c.v. = 9%

ANAVA N° 17.- Análisis de Varianza para MS producidas según forma de aplicación del fertilizante (Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	18893936	2		
T.N.	654415	2	327207.5	0.139 NS
T.P.	189934	1	189934	0.081 NS
T.N. *P	4395960	2	2197980	0.938 NS
Error	23430406	10	2343040.6	
Total	47564651	17		

ANAVA N° 18. Análisis de Varianza de MS producida según forma de aplicación del fertilizante.  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	7036455	2		
T.N.	22127645	2	11063822.5	29.69 ***
T.P.	1318147	1	1318147	3.537 *
T.N. *P	1419593	2	709796.5	1.904 NS
Error	3726365	10	372636.4	
Total	35628204	17		

ANAVA N<sup>o</sup> 19.- Análisis de Varianza de MS según forma de aplicación del fertilizante.  
(Planosol- Santos).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2212804	2		
T.F.	7940230	2	39701.15	1.756 NS
T.P.	609038	1	609038	0.269 NS
T.F.*P	45146962	2	22573481	9.989 ***
Error	22598330	10	2259833	
Total	78507364	17		

ANAVA N<sup>o</sup> 20.- Análisis de Varianza de MS producida según forma de aplicación del fertilizante.  
(Vertisol - Avondet)

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2770850	2		
T.F.	12626502	2	6313251	1.607 NS
T.P.	13565104	1	13565104	3.454 *
T.F.*P	2352880	2	1176440	0.299 NS
Error	39270172	10	3927017.2	
Total	70585508	17		

ANAVA N° 21.- Análisis de Varianza de N absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante.  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2305.777	2		
T.F.	492.444	2	246.222	0.565 NS
T.P.	5.555	1	5.555	0.012 NS
T.F. *P	880.444	2	440.222	1.01 NS
Error	4354.888	10	435.488	
Total	8039.11	17		

ANAVA N° 22.- Análisis de Varianza de N absorbido según for  
ma de aplicación del fertilizante.  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	637	2		
T.F.	1508.333	2	754.166	4.009 *
T.P.	150.222	1	150.222	0.798 NS
T.F. *P	1123.444	2	561.722	2.986 *
Error	1880.999	10	188.099	
Total	5299.999	17		

ANAVA N° 23.- Análisis de Varianza de N absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante.  
(Planosol - Santos).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	8.111	2		
T.F.	1341.444	2	670.722	3.552 *
T.P.	1840.222	1	1840.222	9.747 **
T.F. *P	840.111	2	420.055	2.225 NS
Error	1887.888	10	188.788	
Total	5917.777	17		

ANAVA N° 24.- Análisis de Varianza de N absorbidos según  
forma de aplicación del fertilizante.  
(Vertisol - Avondet).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	1726.333	2		
T.F.	4753	2	2376.5	6.771 **
T.P.	1605.555	1	1605.555	4.574 *
T.F. *P	1085.444	2	542.722	1.546 NS
Error	3509.657	10	350.965	
Total	12679.991	17		

ANAVA N° 25.- Análisis de Varianza para P absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante.  
(Brunosol - Enss).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	25.333	2		
T.F.	36.333	2	18.166	0.639 NS
T.P.	60.5	1	60.5	2.13 NS
T.F. *P	44.333	2	22.166	0.78 NS
Error	284	10	28.4	
Total	450.499	17		

ANAVA N° 26.- Análisis de Varianza de P absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	8.777	2		
T.F.	5.444	2	2.722	0.06 NS
T.P.	12.5	1	12.5	0.277 NS
T.F. *P	37	2	18.5	0.411 NS
Error	449.888	10	44.908	
Total	513.611	17		

ANAVA N<sup>o</sup> 27.- *Análisis de Varianza del P absorbido según forma de aplicación del fertilizante (Planosol - Santos).*

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	6.333	2		
T.F.	243.999	2	121.999	11.619 ***
T.P.	868.055	1	868.055	82.671 ***
T.F. *P	507.111	2	253.555	24.148 ***
Error	105	10	10.5	
Total	1730.499	17		

ANAVA N<sup>o</sup> 28.- *Análisis de Varianza del P abosrbido según forma de aplicación del fertilizante (Vertisol - Avondet).*

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	14.111	2		
T.F.	300.441	2	150.22	7.54 **
T.P.	612.499	1	612.499	30.744 ***
T.F. *P	281.336	2	140.668	7.06 **
Error	199.222	10	19.922	
Total	1407.611	17		

ANAVA N° 29.- *Análisis de Varianza de K absorbido según forma de aplicación del fertilizante (Brunosol - Enss).*

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2700.444	2		
T.F.	677.444	2	338.722	0.401 NS
T.P.	40.5	1	40.5	0.047 NS
T.F. *P	738.999	2	369.499	0.437 NS
Error	8439.554	10	843.955	
Total	12596.944	17		

ANAVA N° 30.- *Análisis de Varianza de K absorbido según forma de aplicación del fertilizante (Brunosol - Kunze).*

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2284.777	2		
T.F.	7828.777	2	3914.388	5.357 **
T.P.	3199.999	1	3199.999	4.38 *
T.F. *P	1858.333	2	929.166	1.271 NS
Error	7305.88	10	730.588	
Total	22477.769	17		

ANAVA N° 31.- Análisis de Varianza de K absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante  
(Brunosol - Kunze).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	1304.11	2		
T.F.	1496.4	2	748,2	1.196 NS
T.P.	1922.00	1	1922	3.074 NS
T.F. *P	5745.6	2	2872.8	4.59 **
Error	6251.67	10	625.167	
Total	16719.78	17		

ANAVA N° 32.- Análisis de Varianza del K absorbido según  
forma de aplicación del fertilizante  
(Vertisol - Avondet).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	2786.778	2		
T.F.	4012.111	2	2006.055	2.343 NS
T.P.	16.056	1	16.056	0.018 NS
T.F. *P	4711.443	2	2355.721	2.752 NS
Error	8559.221	10	855.922	
Total	20085.611	17		