

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ALGUNOS FACTORES QUE MODIFICAN
LA PROTEINA DEL GRANO DE SORGO
BICOLOR (L) MOENCH

POR

RICARDO TOMAS CLARAMUNT SAPRIZA

LUIS DEAMBROSIS FARINA

TESIS preparada como uno
de los requisitos para
obtener el título de In-
geniero Agrónomo. (*Orien-
tación Agrícola Ganadera*)

MONTEVIDEO

URUGUAY

1979

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma.

Nombre completo y firma.

Nombre completo y firma.

Fecha: _____

Autor: RICARDO TOMÁS CLARAMONTA SAPRIZA
Nombre completo y firma *Ricardo Claramonta*

LUIS DEAMBROSIO FARINA
Nombre completo y firma *Luis Deambrosio Farina*

AGRADECIMIENTOS

Desearnos brindar nuestros agradecimiento al Ing. Agr. Thomas Kachelé por sus consejos y la orientación del trabajo.

A los Ing. Agrs. Alberto Artola, Roberto Diaz, Jorge Pérez, Nelson Oudri y Carlos Picos del CIAAB por el suministro de las muestras de dicho establecimiento.

Al Ing. Agr. Ernesto Beltramini y a la empresa RAUSA por el suministro de muestras de sus ensayos varietales.

A la Federación de Grupos CREA por el aporte de muestras comerciales.

A los Ayudantes Técnicos del Laboratorio de Nutrición de "La Estanzuela" por su colaboración desinteresada.

Al Ing. Agr. Francisco Mandl por brindarnos su apoyo y amistad.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
III. MATERIALES Y METODOS	15
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSION	32
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RESUMEN	44
SUMMARY	45
VIII. LITERATURA CITADA	46
APENDICE	

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1	Evolución de área sembrada, rendimientos y producción	1
IV.1	Contenido de N (%) en el grano, promedio de distintos genotipos en diferentes ambientes	20
IV.2	Relación entre el ciclo de la planta medida de siembra a floración y el % de N del grano de diversos genotipos de sorgo granífero	21
IV.3	Relación entre la altura de la planta medida en centímetros y el % de N del grano de 10 genotipos distintos de sorgo	21
IV.4	Efecto del número de años de cultivo anteriores, sobre el contenido de N en el grano de sorgo granífero del cultivo siguiente	22
IV.5	Efecto del tipo de cultivo anterior (Trigo o Lino) y del año de cultivo (1 o 2) realizados sobre una alfalfa recién roturada	24
IV.6	Efecto de tres niveles de fertilización con N sobre el contenido en N del grano de sorgo	25
IV.7	Efecto de la fertilización con Fósforo sobre el contenido en N del grano de sorgo	25
IV.8	Efecto de la localidad sobre el porcentaje de N del grano de sorgo	25
IV.9	Comportamiento de 14 genotipos distintos para porcentaje de N en el grano en cuatro localidades distintas	28
IV.10	Test de Duncan para mostrar la diferencia en el porcentaje de N del grano entre distintos genotipos de sorgo granífero	29
IV.11	Correlación entre N en el grano y rendimiento	30

Figura No.

Página

IV.1	Contenido en N (%) del grano de sorgo granífero en función del número de cultivos anteriores sobre una pradera de alfalfa recién roturada	23
IV.2	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido en N (%) en el grano de sorgo granífero	27

I) INTRODUCCION.

El sorgo granífero que hoy conocemos en nuestro país es el *Sorghum bicolor* (L) Moench.-

La selección y la hibridación dieron a esta gramínea de origen tropical las propiedades necesarias para los distintos usos.

En el Plan Nacional de Desarrollo de la CIDE (1967) se realizaba la recomendación de desarrollar el cultivo del sorgo tanto para consumo interno como para exportación. El fundamento técnico que subyacía era la resistencia del sorgo a la sequía que le permitía llegar siempre a cosecha sin fracasos estrepitosos, como sucede con otros cultivos de verano.

Es conocido que una gran parte de nuestros suelos agrícolas, sufren déficit parcial de humedad durante el verano, lo cual trae aparejado el incierto resultado de las cosechas de maíz.

A partir de las recomendaciones de la CIDE y de la importación de semillas híbridas adecuadas, se desarrolla rápidamente este cultivo, aumentando tanto el área sembrada como los rendimientos por hectárea.

Su forma de cosecha con desgranado semihúmedo obligó a la instalación de secadoras de granos, y silos de almacenamiento a granel. No fue posible, salvo en años excepcionales, usar el secado natural que se usaba en los otros cereales.

Cuadro N° 1. Evolución de área sembrada, rendimientos y producción.

Año Agrícola	Area sembrada(Hás)	Producción (tt)	Rendimiento(Krg/Há)
1967/1968	38.110	29.561	776
1968/1969	40.650	50.613	1.245
1969/1970	31.617	36.164	1.144
1970/1971	54.000	72.169	1.336
1971/1972	42.180	56.866	1.348
1972/1973	112.775	225.017	1.995

<u>Año Agrícola</u>	<u>Area sembrada (Hás)</u>	<u>Producción (tt)</u>	<u>Rendimiento(Kgr/Há)</u>
1973/1974	111,144	192,853	1.735
1974/1975	59,264	76,969	1,299
1975/1976	58,584	118.413	2.021
1976/1977	106,687	161,803	1,517
1977/1978	94.520	183.855	1.945

Fuente D.I.E.A.

Podemos afirmar de acuerdo al cuadro precedente que el área sembrada crece hasta 1973, sufriendo oscilaciones de año en año como el resto de los cultivos. Si bien su área sembrada es menor que el maíz, debemos aclarar que este último cultivo tiene en un elevado porcentaje como destino el consumo en los propios establecimientos de acuerdo a lo que afirma la D.I.E.A. (1976).

Es el tercer cultivo en importancia de área sembrada entre los de verano. Y es el principal cultivo desarrollado para la fabricación de raciones para animales. Integra actualmente entre el 40 y 50% de las raciones balanceadas del país, por ser la fuente energética más barata. (x)

Para que se tenga una idea de la importancia económica de dicho fenómeno, es necesario tener en cuenta que en raciones que contengan un 50% de sorgo, una disminución de la proteína del grano de 10 a 8 % obliga a una adición extra de 2,5% de harina de Soja.

En la voluminosa cosecha del verano (1973/1974) se detectaron los primeros problemas serios con respecto al tenor de proteína del grano de sorgo nacional. Valores tan bajos como 6% de proteína Bruta fueron detectados en dos Laboratorios privados, Balcla Ltda. por el autor y CANAVI(x), y en uno oficial, Facultad de Agronomía(x). Estos fenómenos oscurecieron y agravaron los resultados de las primeras experiencias de panificación en gran es-

(x) Gremial de Elaboradores de Raciones Balanceadas de la Cámara Mercantil de Productos del País. Comunicación personal.

(x) Santoro R. 1974. Comunicación personal.

(x) Santoro R. 1974. Comunicación personal.

cala con harina extraída del sorgo.

No existía creencia hasta ese momento, en los nutricionistas, nacionales, sobre oscilaciones tan intensas en los valores nutricionales de los cereales, usándose normalmente los valores proporcionados por tablas de otros países.

La constatación de lo ocurrido con la cosecha ^{de} sorgo 1973/1974 elevó los costos de suplementación proteica de la base energética de las raciones. Creó además un margen importante incertidumbre con respecto a los valores nutricionales usados para los cereales.

Fueron muchas las dudas que surgieron en ese momento, y el presente trabajo pretende clarificar algunos puntos que permitan en el futuro orientar y focalizar las investigaciones.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. VARIACION DE HIBRIDOS Y VARIEDADES.

" 1.1 Variación en Porcentaje de Proteína."

Bressani y Rios (1962) trabajando sobre 25 variedades (2 nativas y el resto importadas) encontraron una variación de 7,6 a 12,5 para el porcentaje de proteína (base 14% de humedad).

Miller et.al. (1964) obtuvieron variaciones de 6,6 a 12,8% trabajando con 19 genotipos en 1961, y de 5,9 a 12,1% de proteína en el grano de sorgo para 33 genotipos en 1962. Informan además que para 33 genotipos en 1962, el porcentaje de proteína, promedio de 7 localidades, varió de 8,2 a 10,0%. Ellos dicen que los tenores de proteína de los sorgos híbridos fueron inferiores a los de las viejas variedades tipo; similar a lo que ocurrió con los maíces en hibridación. Hubo diferencias significativas por localización y por híbridos. Estos autores afirman que los híbridos con un alto tenor de proteína en una localización tendieron a tener también un tenor más alto en las otras localidades.

Campbell y Picket (1968) trabajando sobre 18 líneas de la colección mundial, encontraron diferencias relativamente grandes para porcentaje de proteína, que persistieron bajo los 4 niveles de fertilidad probados, y fueron más importantes que las diferencias debidas a los tratamientos específicos de fertilidad.

Pickett (1968) encontró un rango de variación de 7 a 26% para la proteína del grano de sorgo, trabajando con material diverso. Dice que los incrementos significativos en rendimiento de las variedades e híbridos de cereales en el pasado, han sido acompañados por decrecimientos significativos en el porcentaje de proteína. Los estudios sobre sorgo de la Universidad de Purdue (U.S.A.) informan una correlación negativa $r = -0,61$ entre rendimiento y porcentaje de proteína.

Wall y Ross (1970) informan que los valores de proteína bruta para las diferentes variedades oscilan entre 11 y 15%, pero con el desarrollo de variedades mejoradas (Híbridos), irrigación y fertilización, el grano se ha vuelto más grande, mejor llenado con almidón y tiene un reducido contenido en proteína.

Pickett y Oswalt analizando datos de más de 5.000 variedades de sorgo de la colección mundial, recogidas y distribuidas entre cooperadores de todo el mundo por la Fundación Rockefeller, encontraron variación desde 6 hasta menos de 20% para porcentaje de proteína. Sembraron además 14 líneas seleccionadas y autofecundadas y las cruzaron con 4 líneas machoestériles de la Universidad de Purdue. En esta prueba encontraron diferencias significativas entre los híbridos para porcentaje de proteína, aparte de diferencia en los otros parámetros estudiados. La heredabilidad en esta prueba para porcentaje de proteína fue de 85%. Ellos afirman que en general los cereales tienen menores tenores proteína al aumentar los rendimientos, a menos que el manejo y la presión de selección sean aplicados para cambiar esta reacción.

Haikerwall y Mathieson (1971) encontraron para sorgos en el Oeste de Africa una variación de 8 a 16% en el porcentaje de proteína del grano, dependiendo de la variedad y las condiciones de desarrollo. Se demostró que el germen contenía la más alta proporción de proteína, seguida en orden por el grano entero, el endosperma y el pericarpio. El incremento en la proporción de germen aumenta la proteína total del grano.

Collins y Pickett (1972) en un trabajo sobre habilidad combinatoria, encontraron variaciones de 9,2 a 18,2% para porcentaje de proteínas. Ellos dicen que con una cuidadosa selección parece posible desarrollar híbridos de alto rendimiento, cuyos granos sean superiores en cantidad y en calidad de proteína frente a las variedades tipo. La relación de los cuadrados medios de habilidad combinatoria general/habilidad combinatoria específica, indicó que la acción aditiva de los genes fue más importante para proteína y importante para rendimiento y gr. de lisina/100 gr de proteína.

La proteína tuvo una correlación negativa con rendimiento y con gr. lisina/100 gr. de proteína.

Los mismos autores en otro experimento, encontraron heterosis para rendimiento, pero sólo 4 mostraron heterosis para porcentaje de proteína. Sin embargo los grados de estas asociaciones no son lo suficientemente fuerte para prevenir la incorporación de altos niveles proteína y lisina en líneas de alto rendimiento, si la selección se realiza simultáneamente por las 3 características.

Singh y Axtell (1973) de 9.000 líneas de sorgo seleccionaron 62 de endosperma harinosa y entre ellas encontraron 2 de origen etíope muy altas en proteína con 15,7 y 17,2%.

Hall y Ritter (1975) trabajando en la Universidad Federal de Santa María (Brasil) con 120 variedades introducidas, obtuvieron los siguientes valores medios, máximos y mínimo, para porcentaje de proteína en el grano = 11,67%; 13,75%; 8,70.

1.2. Variaciones de híbridos y variedades en el contenido en lisina.

Bressani y Rios (1962) trabajando sobre 25 variedades encontraron una variación de 145 a 229 mgr/gr de N para la lisina en el grano de sorgo. El coeficiente de correlación de N con lisina fue $\pm 0,5623$.

Waggle et al. (1967) trabajando en Kansas informan que las proporciones de lisina crecieron en la mayor fertilización nitrogenada del experimento.

Campbell y Picket (1968) trabajando sobre 18 líneas de la colección mundial, encontraron una variación en el contenido en lisina de 1,64 a 2,52%. La lisina como porcentaje de la proteína no fue afectada significativamente por la fertilización nitrogenada. En una comparación de tratamientos de muy alta fertilidad, la lisina fue 0,47% menor para el tratamiento de más alta fertilidad. La correlación negativa entre la proteína y la lisina fue significativa ($r=-0,1214$), pero menor lo que los datos previos de muchos cultivos parecían sugerir.

Pickett et al. (1971) trabajando sobre mas 5.000 variedades de la colección mundial, informan una variación de 1 a 3,8 en el contenido de lisina como porcentaje de la proteína.

Haikerwal y Mathieson (1971) encontraron que el germen contenía mayor proporción de lisina que el grano entero. Un incremento en el germen, aumenta la cantidad de lisina.

Co ins y Pickett (1972) informan un rango de variación de 1,74 a 2,74% para lisina en la proteína. La proteína tuvo una correlación negativa con lisina/100 gr. proteína. Rendimiento y gr lisina/100 gr de proteína estuvieron positivamente asociados.

Schaffert et al. (1972) sobre 522 líneas de la colección mundial informan una media de 2,14% para el contenido en lisina, y una desviación típica de 0,35.

Singh y Axtell (1973) describieron un gene mutante (HL) alto en lisina en dos variedades de origen etíope, un total de 9.000. Para estas 2 variedades la lisina fue 3,34 y 3,13 como porcentaje de la proteína respectivamente.

Los valores biológicos de estas dos variedades excepcionalmente altas en lisina, fueron mucho mayores que los promedios de todas las otras líneas.

Seckinger y Wolf (1973) trabajando sobre 7 híbridos y 8 líneas experimentales, encontraron que una línea experimental con lisina por encima del promedio, tenía cuerpos proteínicos en el endosperma más pequeños, condición que verifica la correlación negativa entre prolamina y lisina.

1.3. Relación entre el porcentaje de proteína del grano de sorgo y algunas características fenotípicas.

Pickett y Oswalt afirman que la correlación negativa entre días a la floración y porcentaje de proteína, obligan a que la

selección por estas características, se deba hacer dentro de grupos de madurez.

Schaffert et al. (1972) encontraron coeficientes de correlación que no diferían significativamente de 0 entre porcentaje de proteína y rendimiento, y entre lisina y altura de planta. La asociación fue muy fuerte y de sentido negativo entre porcentaje de proteína y lisina como porcentaje de la proteína, y entre porcentaje de proteína y días a la floración. La asociación del porcentaje de proteína fue muy fuerte y positiva con lisina como porcentaje de la muestra, peso de semilla, y proteína por semilla.

Collins y Pickett (1972) obtuvieron coeficientes de correlación negativos y significativamente diferentes entre rendimiento en grano y porcentaje de proteína, y entre porcentaje de proteína y porcentaje de lisina. El coeficiente de correlación entre rendimiento en grano y porcentaje de lisina fue positivo, pero no significativamente diferente de 0.

Collins y Pickett (1972) calcularon los coeficientes de correlación fenotípicos, genéticos y ambientales entre rendimiento y porcentaje de proteína, rendimiento y grs. de lisina/100 grs. de proteína, y entre proteína y grs. de lisina/100 grs. de proteína. Para la primera fueron negativos y altamente significativos los fenotípicos y genéticos, mientras que los ambientales fueron negativos y significativos. Para la segunda asociación fueron positivos y altamente significativos los fenotípicos y genéticos, mientras que los ambientales fueron negativos pero no significativos. Para la tercera asociación fueron negativos y altamente significativos los fenotípicos y genéticos, mientras que los ambientales bien fueron negativos, no fueron significativos.

Pickett et al. (1971) informan que los mayores porcentajes proteína estaban asociados con un pobre rendimiento.

Pickett et al. (1971) informan una correlación negativa $r = -0,414$ entre rendimiento y proteína.

2. VARIACION DE ORIGEN AMBIENTAL EN EL CONTENIDO EN PROTEINA DEL GRANO DE SORGO.

2.1. Efecto localidad.

Miller et al. (1964) trabajando sobre 7 localidades distintas, con diferentes manejos, para 19 genotipos en 1961, encontró que la proteína varió de 8,2 a 11,3% (promedio de los genotipos para cada localidad), entre las localidades. En 1962 con 33 genotipos, el rango de variación fue de 7,1 a 11,3% de proteína en el grano de sorgo para los promedios de las localidades. Los efectos de localización tanto en un año como en el otro tuvieron un efecto altamente significativo sobre el porcentaje de proteína del grano.

Los híbridos con un alto contenido en proteína en una localidad, tendieron a tener alto contenido de proteína en las otras.

Los mismos autores trabajando sobre 2 localidades sin fertilización obtuvieron para un mismo genotipo 7,8 y 6,8% de proteína respectivamente. Con una aplicación de 40 Kgrs de P_2O_5 /Há y 120 Kgrs. de N/Há, se mantuvieron las diferencias entre las dos localidades para el tenor de proteína del grano de sorgo.

Waggle et al. (1967) encontraron tenores de proteína de 11,2, 12,1 y 10,6% para tres localidades distintas.

Pickett y Oswalt informan porcentajes de proteína de 10,4, 6,4 y 11,2, promedio de 8 variedades en 3 localidades distintas. Los promedios de lisina fueron respectivamente 2,30, 3,14 y 1,98%.

Pickett et al. (1971) trabajando con 41 genotipos de la colección mundial, distribuidores entre cooperadores de todo el mundo, obtuvieron variación en el porcentaje de proteína de cada genotipo, tanto en las localidades de USA como en las de ultramar.

Schaffert et al. (1972) refiriéndose a trabajos realizados sobre interacción genotipo-ambiente para rendimiento, proteína lisina, aceite y peso de semilla, afirman que como las interacciones de primer orden fueron en general similares o más pequeñas que

las interacciones de segundo orden, las fitotecnistas podrán sustituir localizaciones foráneas sin inflar demasiado la varianza. El rendimiento fue la excepción a esta tendencia, con una interacción notipo por año mayor que la interacción genotipo por localización. La existencia de interacciones significativas de segundo orden para las características estudiadas, obliga a que la evaluación final sea hecha en más de un ambiente.

Ellos dicen que la existencia de interacciones relativamente pequeñas de primer orden, de casi igual magnitud para porcentaje de proteína, lisina como porcentaje de la proteína, lisina como porcentaje de la muestra, aceite, peso de semilla, y proteína por semilla, indican que los años pueden ser sustituidos por las localizaciones y las localizaciones por años, salvo en la evaluación final.

Schaffert et al. (1972) estudiaron la interacción genotipo-ambiente de 5 sorgos de alta proteína y 5 de baja proteína en 6 localizaciones distintas. Las localidades incluían variaciones de fertilidad.

Ocurrieron oscilaciones importantes entre las distintas localidades, aunque los 5 sorgos de alta proteína, mantuvieron su supremacía en todas las localidades. Pero las diferencias entre los sorgos de alta y los de baja proteína se aumentaron en algunas localidades, mientras que en otras tendieron a desaparecer.

2.2 Efecto del año.

Herron et al. (1963) trabajando con un mismo genotipo bajo 4 niveles de fertilización nitrogenada, obtuvieron tenores más altos de proteína en un año que en el año siguiente. A mayores niveles de fertilización nitrogenada las diferencias en tenor de proteína entre los dos años desaparecieron.

2.3. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada.

Burleson et al. (1956) informan que aplicaciones de 60 y 120 Kg/Há de N, resultaron en un incremento significativo en el

rendimiento y en el contenido en proteína del grano, y en rendimiento de proteína por acre. La respuesta aparente de recuperación del N adicionado, medido a través del rendimiento en Kgr de N/Há, fue 83,2% y 99,6% para, 60 y 120 Kgr de N/Há.

Herron et al. (1963) obtuvieron respuesta a la fertilización nitrogenada tanto para rendimiento como para porcentaje de N en el grano. Los datos son promedio de 3 años.

Miller et al. (1964) trabajando en 2 localidades distintas, informan que la fertilización (2 niveles N y 2 de P), aumentó tanto los rendimientos como el porcentaje proteína del grano de sorgo.

Welch et al. (1966) sobre suelos franco-arenosos, encontraron que el contenido en N del grano se incrementó con tasas cada vez más altas N aplicado, y con aumento en la población de plantas.

Waggle et al. (1967) informan que la proteína y 17 aminoácidos fueron significativamente incrementados por fertilización nitrogenada. La distribución de los aminoácidos, fue significativamente afectada y las proporciones lisina aumentaron en los granos provenientes la mayor fertilización nitrogenada.

Campbell y Pickett (1968) informan que fertilización nitrogenada afectó significativamente la producción de proteína, pero la variación entre líneas fue mayor. La lisina no fue afectada significativamente por la fertilización. Una comparación de tratamientos de muy alta fertilidad con 3 niveles fertilización nitrogenada, mostró que había diferencias significativas entre niveles de fertilidad y genotipos para: peso del grano por panoja, proteína, lisina en la proteína, y proteína por lisina. La proteína fue 0,6% mayor para la alta fertilidad.

Eng (1965) sobre 3 distintos niveles fertilización nitrogenada, encontró incrementos significativos en el porcentaje de proteína al aumentar el nivel de N adicionado.

Pickett y Oswalt con 2 niveles de aplicación de N informan un aumento en rendimiento y en porcentaje de proteína. La lisina/100 gr. de proteína disminuyó con la aplicación de N.

Roy y Wright (1973) trabajando con 2 niveles de N (60, 120) y 1 de P (26) concluyeron: que con los niveles más altos de N y la aplicación de P se obtuvieron los máximos rendimientos. El P tuvo efecto favorable sobre el rendimiento, pero no tuvo efecto sobre el porcentaje de N del grano. El porcentaje de N del grano aumentó con la aplicación de N hasta la dosis máxima. Pero a este nivel de N cuando se aplicó P, el porcentaje de N del grano disminuyó por un aumento importante en el rendimiento.

Brawand y Hossner (1976) estudiaron durante 1968, 1969, 1970 y 1971, la influencia de la fertilización y rotación de cultivos sobre el contenido en N del grano de sorgo. Del experimento concluyeron: que los niveles de proteína disminuyeron con el incremento en los rendimientos en grano. Los niveles crecientes de N aumentaron el porcentaje de proteína. Los resultados de los distintos años son aleatorios, mientras en un año hubo mayor rendimiento y mayor porcentaje de proteína, en los otros la proteína se mantuvo más o menos constante, mientras que los rendimientos varia-

Efecto de otros factores de manejo sobre el porcentaje de proteína del grano de sorgo granífero.

Herron et al. (1963) estudiaron el efecto de la aplicación fertilizante nitrogenado sobre el contenido de N del grano de sorgo, en distintos estados de madurez. Ellos concluyeron que significativas pérdidas de N y en menor grado de materia seca ocurrieron durante el período de madurez a cosecha, cuando la humedad del suelo y el N estaban exhaustos, probablemente asociados con la respiración de la planta y la traslocación de constituyentes solubles de la misma. Con una adecuada humedad y N disponible en la última

etapa de maduración, las pérdidas de N y MS de la planta, no ocurrieron.

Miller et al. (1964) trabajando sobre 3 diferentes manejos (irrigados, cultivos continuos y barbecho de verano encontraron una tendencia a mayor tenor de proteína, cuando el rendimiento era menor.

El efecto del riego fue aleatorio, mientras en un año tuvo un efecto depresivo sobre el porcentaje de proteína, en el otro tuvo un efecto favorable.

Deyos et al. (1970) encontraron que no había diferencias en el porcentaje proteína cruda entre sorgos maduros e inmaduros. Los valores promedio lisina (como porcentaje de la proteína) fueron mayores para el grano inmaduro que para el maduro. Los valores más altos de metionina fueron observados en el grano inmaduro.

Haikerwal y Mathieson (1971) trabajando sobre las distintas fracciones el grano de sorgo, encontraron que las variedades de maduración más temprana, tienen un contenido en proteína más alto que las maduración tardía.

Roy y Wrigt (1974) estudiaron la distribución de N, P y K suministrado por la fertilización, en las distintas partes de la planta, en diferentes estados de desarrollo. Ellos concluyeron que: la acumulación N en la planta es lineal durante todo el período de crecimiento, con picos en el período de mayor crecimiento vegetativo, y durante el llenado de grano. En las plantas no fertilizadas ocurrió una traslocación de importancia de N y P desde las partes vegetativas hacia el grano en desarrollo.

9. PROBLEMA DE VALORACION DE ALGUNAS VARIABLES NUTRICIONALES.

3.1. El factor de conversión de N a proteína.

El valor recomendado por FAO como factor de conversión factor = proteína), de 5,83 para los granos enteros de triticada y avena, ha sido usado por Adrian y Sayerce (1957) y por

Haikerwall y Mathieson (1971). Esto últimos autores apoyan su uso en el análisis de aminoácidos.

Se han usado factores tan bajos como 5,35 por Close y Nares (1958).-

Sin embargo ha sido extensamente usado el convencional 6,25 y así lo usan Bressani y Rios (1962). El uso de este factor convencional también es recomendado por los investigadores de Universidad de Purdue (1971).

El factor 6,25 también fue utilizado por Miller et al. (1964) en sus trabajos en Kansas.

Según el boletín de FAO (1970) el porcentaje de proteína es obtenido multiplicando el porcentaje de N (obtenido por el conocido método de micro-Kjeldahl) por el factor 6,25 (maíz, miltos y sorgo), 5,95 (arroz), y 5,83 (cebada, avena, rye y trigo).

CATEGORIZACION DE SUELOS Y FERTILIDAD

TAMAÑO DE LA MUESTRA 500 gr. (Aproximadamente)

NO. DE PADRON DE REGISTRO CATASTRAL _____

NO. DE MUESTRA _____

UBICACION DE LA CHACRA DENTRO DEL PADRON:
(HACER MAPITA SI ES POSIBLE UBICANDO EL NORTE)

DEPARTAMENTO _____

MATERIAL GEOLOGICO BASE: _____

SECCION JUDICIAL _____

TIPO DE SUELO: (MARCAR CON UNA X)

PARAJE _____

- GRUPO SOL
- PRADERA NEGRA
- PRADERA PARDA MEDIA
- PRADERA PARDA MAXIMA
- PRADERA ARENOSA
- GLEY HUMIDO

ESTABLECIMIENTO _____

PROPIETARIO _____

TECNICO ASESOR _____

EROSION (MARCAR CON UNA X A JUICIO PERSONAL)

MUESTRA ENVIADA POR EL SR. _____

- SEVERA
- MEDIA
- DEBIL O INEXISTENTE

FECHA DE ENVIO _____ FECHA DE RECEPCION _____

FERTILIZANTE APLICADO:

HIBRIDO o VARIEDAD SEMBRADA _____

- TIPO: _____
- DOSIS/HA.: _____
- EPOGA DE APLICACION: _____

FECHA DE SIEMBRA _____

FECHA DE LA 1a. ARADA:

DENSIDAD DE SIEMBRA EN KGR/HA. _____

FERTILIDAD A JUICIO DEL PRODUCTOR ESTIMADA A PARTIR DE
LOS RENDIMIENTOS MEDIO.

FECHA DE COSECHA DE LA MUESTRA EXTRAIDA _____

(MARCAR CON UNA X)

- BAJA
- MEDIA
- BUENA

RENDIMIENTO EN KGR/HA. _____

USO ANTERIOR DE LA CHACRA (EXPLICAR SI ES POSIBLE LOS
ULTIMOS 10 AÑOS EN CULTIVOS SEMBRADOS Y FERTILIZACION
APLICADA)

HUMEDAD DE LA MUESTRA AL MOMENTO DE LA RECOLECCION

ESTIMADA _____

DATO DE SECADORA _____

LLUVIAS CAIDAS EN mm

octubre _____

noviembre _____

diciembre _____

enero _____

febrero _____

marzo _____

abril _____

días antes de la cosecha	mm de lluvias caídas
20	_____
19	_____
18	_____
17	_____
16	_____
15	_____
14	_____
13	_____
12	_____
11	_____
10	_____
9	_____
8	_____
7	_____
6	_____
5	_____
4	_____
3	_____
2	_____
1	_____

OJO PARA LLENAR EN EL LABORATORIO:

HUMEDAD DE RECIBO

HUMEDAD CORREGIDA A 10%

N N S, SU (base húmeda)

Proteína Bruta (base 10% de humedad)

Proteína Bruta de la M.S.

OBSERVACIONES DEL PRODUCTOR:

OBSERVACIONES DEL LABORATORIO:

III. MATERIALES Y METODOS.

III.1. Origen de las muestras.

Las muestras fueron colectadas de aproximadamente 500 gr. cada una y remitidas al autor acompañadas de la planilla identificatoria, que se diseñó a tal efecto, y que se adjunta. Los datos de la planilla fueron llenados por profesionales, en la medida que los mismos estuvieron a su alcance.

Cinco muestras comerciales fueron suministradas por FUCREA, diez y nueve provienen de ensayos varietales de una empresa primada semillera (RAUSA), y el resto provienen de distintos ensayos y dependencias del C.I.A.A.B..

Las muestras fueron remitidas en bolsitas de material sintético 80 micrones de espesor, para evitar pérdidas de humedad, suministradas oportunamente a los profesionales que remitieron las muestras.

III.2. Análisis de laboratorio.

Las muestras fueron secadas en una estufa para macromuestras de forraje, a 100°C con aire forzado, a los efectos de facilitar la molienda. Posteriormente las muestras fueron limpiadas sobre las cribas de las cajas de secado. Las muestras así acondicionadas se trabajaron con el nivel de cubiertas con que hubieren venido de la trilladora. Una parte de estas muestras semisecas fue molida en un molino Wiley. Nº 2.

Posteriormente las muestras ya molidas fueron secadas en estufa de laboratorio y se determinó el N de la materia seca de la muestra por el método de Kjeldahl. Los análisis se realizaron por duplicado utilizándose una porción de 200 mgrs. aproximadamente. Se realizó el ataque de las muestras con sulfúrico, utilizando como catalizador una combinación de Sulfato de Potasio y Oxido de Mercurio. Se tomó como criterio 1 hora de destrucción, que aseguraba el ataque completo de la muestra. La titulación se realizó mediante un analizador automático marca Technicom Autoanalyser Mod. Nº 1.

Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Estación Experimental "La Estanzuela" (Colonia), perteneciente al C.I.A.A.B.

III.3 Expresión de los Resultados.

Tanto los datos de análisis como las tablas y los análisis estadísticos se hicieron en porcentaje de N, pues no se encontró acuerdo en la bibliografía consultada sobre el factor de conversión a proteína a usarse.

El porcentaje de N de las muestras siempre está dado en base seca.

Los datos de rendimiento en grano se encuentran expresados en kgrs. por há.

I.4. Análisis estadístico.

A los efectos del experimento y del análisis estadístico se consideró el nivel de significación al 0,05 de probabilidad.

III.5. Variación del contenido en N del grano de distintos genotipos de sorgos en varios ambientes.

Se estudió el contenido en N, de distintos genotipos de sorgo granífero en condiciones homogéneas de ambiente. De los 5 ambientes estudiados 4 corresponden a las condiciones ambientales buscadas por los técnicos del C.I.A.A.B. para la realización de los ensayos varietales de comparación de rendimiento y caracteres vegetativos. De estos 4 el realizado en "La Estanzuela" (Colonia) cosecha 1971/1972, no son datos del autor, sino que fueron suministrados por el laboratorio de dicha dependencia. El quinto ensayo fue realizado por los técnicos de RAUSA dentro de su campo experimental.

Se trabajaron muestras compuestas (mezcla de las distintas parcelas). Salvo los datos suministrados para la cosecha 1971/1972 de "La Estanzuela" el resto corresponden a la cosecha 1975/1976.

Dentro de cada uno de los cinco ambientes estudiados se determinó la media y el coeficiente de variación del % de N del grano de sorgo.

III.6. Relación entre el contenido en N del grano y algunas características fenotípicas del sorgo granífero.

El contenido en N del grano fue correlacionado con longitud del ciclo vegetativo y con altura de planta, en base a datos de diez genotipos. El porcentaje de N de cada genotipo corresponde a la media de los obtenidos en cuatro localidades distintas (La Estanzuela, Young, Tacuarembó y Montes).

El ciclo vegetativo fue medido en días de siembra a floración, mientras que la altura de planta está medida en centímetros. Ambos datos son promedio de dos años en La Estanzuela (Colonia), extraídos de los informes anuales.

Se calcularon las medias de cada uno de los caracteres y se calculó el coeficiente de correlación entre % de N y altura de planta y entre % de N y ciclo vegetativo.

III.7. Algunos factores ambientales que afectan el contenido de N en el grano de sorgo granífero.

Se analizaron tres factores ambientales que pueden afectar de distinta forma el suministro de nutrientes al sorgo.

Efecto del número de cultivos anteriores.

Las muestras fueron extraídas de un ensayo de "Rotaciones Nuevas", conducido actualmente en "La Estanzuela", el cual consiste en distintas secuencias de cultivos, comenzando cada secuencia con la roturación de una pradera de Alfalfa. El sorgo granífero ocupó en las distintas secuencias el primero, segundo y tercer año de cultivo respectivamente. Se utilizó el diseño de Bloques al Azar. El genotipo empleado fue el cultivar NK 300. Se realizó análisis de Varianza y Test de Duncan.

Efecto del tipo de cultivo anterior.

La información fue tomada del mismo experimento anteriormente descrito, pero en este caso los tratamientos fueron dispuestos en parcelas divididas, siendo:

parcela grande	tipo de cultivo anterior (Trigo o Lino)
Parcela chica	número de cultivos anteriores (uno o dos cultivos, o sea el sorgo como segundo o tercer cultivo respectivamente).

Se realizó análisis de varianza.

Efecto de la aplicación de N, de la aplicación de P y de la localidad.

Se utilizaron datos provenientes de tres ensayos de fertilización con N y P, realizados con el mismo genotipo (Morgan 103) durante la cosecha 1976. Dos de ellos realizados en "La Estanzuela" (Colonia) y el restante en la Estación Experimental del Norte (Tacuarembó). Los cuatro niveles de fertilización de cada elemento fueron combinados en forma factorial.

A los efectos del análisis estadístico, cada localidad fue considerada como una repetición del experimento, debido a que solamente se disponía de datos correspondientes al promedio de los tratamientos de cada localidad. Se utilizó el diseño de parcelas al azar con distribución factorial de los tratamientos.

Se realizó análisis de varianza, de interacción y se aplicó test de Duncan a las medias obtenidas de fertilización con N.

Correlación entre el N en el grano y el rendimiento en grano del sorgo granífero.

Utilizando todas las muestras del ensayo anterior se llevó a cabo un estudio de correlación entre el N del grano y el rendimiento.

Dada la multiplicidad de factores a tener en cuenta después de obtenido el coeficiente correlación general, se realizó correlación por separado para cada localidad, y para cada nivel de fertilización fosforada.

IV) RESULTADOS.

IV. 1. Variación en el contenido de N del grano entre distintos genotipos de sorgo granífero.

Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro IV.1:

Cuadro IV.1: Contenido de N (%) en el grano, promedio de distintos genotipos, en diferentes ambientes.

	<u>A M B I E N T E S (x)</u>				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Número de genotipos.	41	45	38	19	40
Media de N(%) en grano.	1,56	1,77	1,80	1,91	2,34
Coefficiente de variación. (%)	15,98	11,33	12,95	8,76	8,39

- (x) 1. Estación Experimental del Norte (Tacuarembó) año 1975/1976.
2. Estación Experimental La Estanzuela (Colonia) año 1975/1976.
3. Unidad Experimental de Young (Río Negro) CIAAB. Año 1975/1976
4. Campo Experimental de la Empresa R.A.U.S.A. en Montes (Canelones). Año 1975/1976,
5. Estación experimental La Estanzuela (Colonia) año 1971/1972.

En tres de los cinco ambientes el coeficiente de variación para genotipo fue superior al 10%, mientras que en los dos restantes fue levemente inferior.

A medida que la media para contenido de N en el grano fue más alta, el coeficiente de variación disminuyó. Es decir que a medida que el ambiente mejora, la variación disminuye.

VI. 2. Relación entre el contenido de N en el grano y algunas características fenotípicas del sorgo granífero.

Cuadro VI.2.: Relación entre el ciclo de la planta medida de siembra a floración y el % de N del grano de diversos genotipos de sorgo granífero.

<u>GENOTIPOS</u>	<u>Ciclo en días</u>	<u>% de N en el grano(1)</u>
DA 54	101	1,861
BR 64	96	1,651
Trafuls	94	1,539
Estanzuela "Asencia"	92	1,525
E 57 A	89	1,685
NK 300	87	1,699
DA 44	85	1,845
NK 210	78	1,646
DA 41	77	1,757
NK 180	72	1,972

(1) los datos son promedio de 4 localidades.

Cuadro IV. 3. Relación entre la altura de la planta medida en centímetros y el % de N del grano de 10 genotipos distintos de sorgo.

<u>GENOTIPOS</u>	<u>altura de planta(en cm.)</u>	<u>% de N en el grano(1)</u>
NK 300	142	1,699
Estanzuela "Asencia"	130	1,525
BR 64	122	1,651
DA 54	119	1,861
DA 41	115	1,757
Trafuls	115	1,539
NK 180	113	1,972
DA 44	112	1,845
E 57 A	109	1,685
NK 210	94	1,646

(1) los datos son promedio de 4 localidades

Del estudio de correlación cuyos datos se ven en el cuadro IV.2 entre el N en el grano y la longitud del ciclo de la planta medida de siembra a floración, surge que el coeficiente de correlación, fue positivo pero no significativo, ($r=0,40$). Lo mismo sucedió con la característica de altura de las plantas medida en centímetros, cuadro IV.3, el coeficiente de correlación con el N del grano fue positivo pero no significativo ($r=0,15$).

En las condiciones estudiadas no parece posible usar estos caracteres fenotípicos para mejorar por selección el contenido en N del grano de sorgo granífero.

IV.3. Algunos factores ambientales que afectan el contenido en N del grano de sorgo granífero.

IV.3.1. Efecto del número de cultivos anteriores.

En el cuadro IV.4 podemos ver el efecto producido por los años de cultivo anterior que haya recibido la chacra:

Cuadro IV.4. Efecto del número de años de cultivo anteriores, sobre el contenido de N en el grano de sorgo granífero del cultivo siguiente.

<u>Tratamiento</u>	<u>N %</u>
1 ^{er.} año de cultivo.	1,730 a
2 ^{do.} año de cultivo.	1,442 ab
3 ^{er.} año de cultivo.	1,308 b

a, b, c) Promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($P < 0,05$) entre sí.

En la figura IV.1. se observa como el porcentaje de N disminuye a medida que aumenta el número de cultivos anteriores al sorgo.

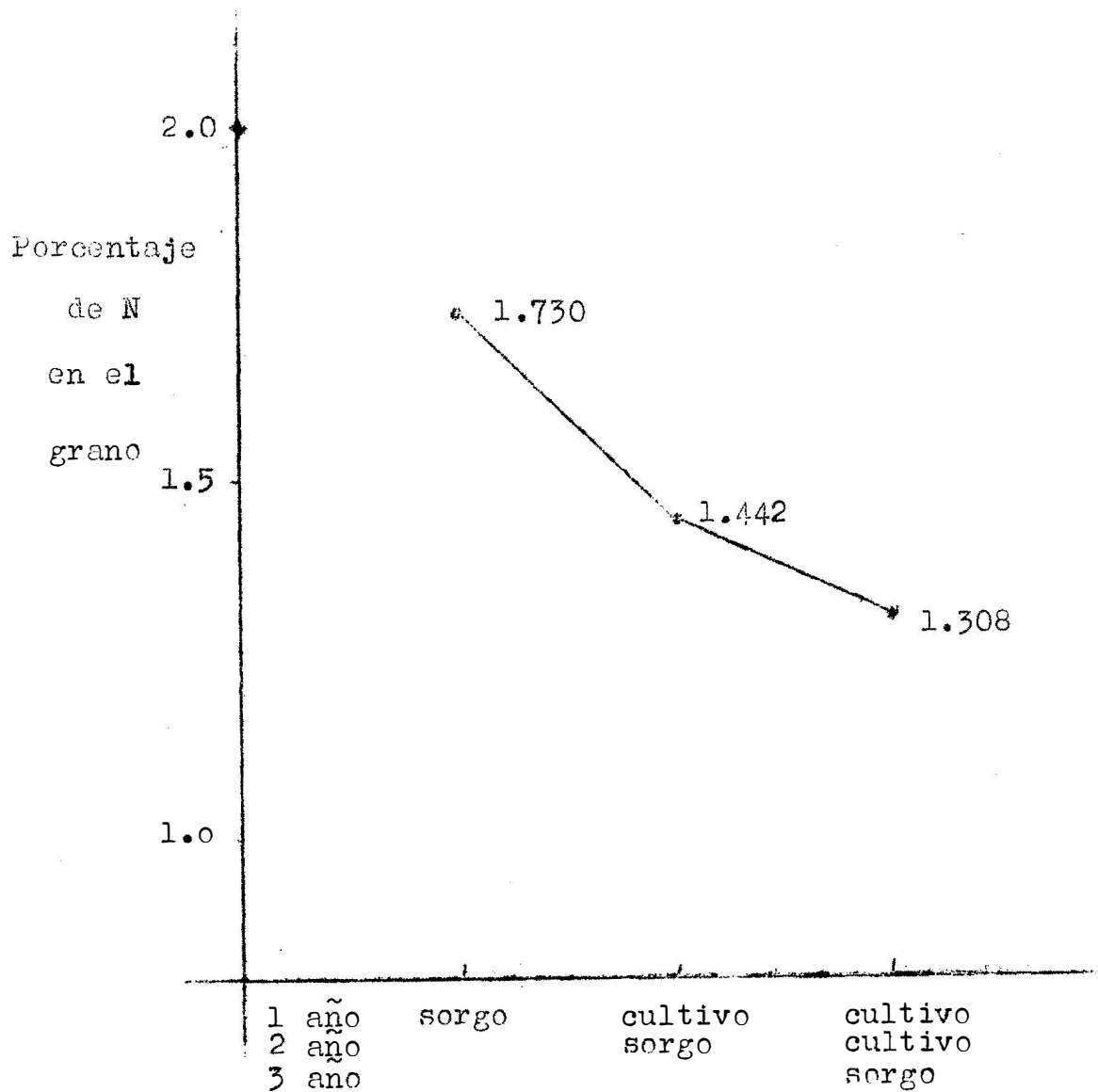


Figura IV.1 Contenido en N (%) del grano de sorgo granífero en función del número de cultivos anteriores sobre una pradera de Alfalfa recién roturada.

IV.3.2. Efecto del tipo de cultivo anterior.

En el cuadro IV.5 se muestra el efecto del tipo de cultivo, sea este trigo o lino, interaccionado con el número de cultivos anteriores:

Cuadro IV.5. Efecto del tipo de cultivo anterior (Trigo o Lino) y del año de cultivo (1 o 2) realizados sobre una alfalfa recién roturada.

<u>Cultivos anteriores al sorgo</u>	<u>% de N en el grano</u>
Trigo	1,433
Lino	1,452
Trigo-Trigo	1,293
Lino-Lino	1,323

No hubo diferencia de efecto entre el Lino o el Trigo como cultivo anterior sobre el N del grano de sorgo. Tampoco hubo en este caso particular diferencia significativa para el año de cultivo, probablemente porque eran pocos los grados de libertad.

IV.3.3. Efecto del suministro de N, P y de la localización sobre el N en el grano de sorgo granífero.

En los siguientes cuadros IV.6, IV.7 y IV.8 se muestran los efectos de la fertilización nitrogenada, fosfatada, y de la localidad sobre el % de N del grano de sorgo.

Cuadro IV.6 : Efecto de tres niveles de fertilización con N sobre el contenido en N del grano de sorgo.

<u>Nivel de fertilización con N en unidades/Há.</u>	<u>N en % en el grano</u>
0	1,806 c
40	1,715 a
80	1,830 bc
120	1,904 b

a, b, c) Promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (P < 0,05)

Cuadro IV. 7. Efecto de la fertilización con Fósforo sobre el contenido en N del grano de sorgo.

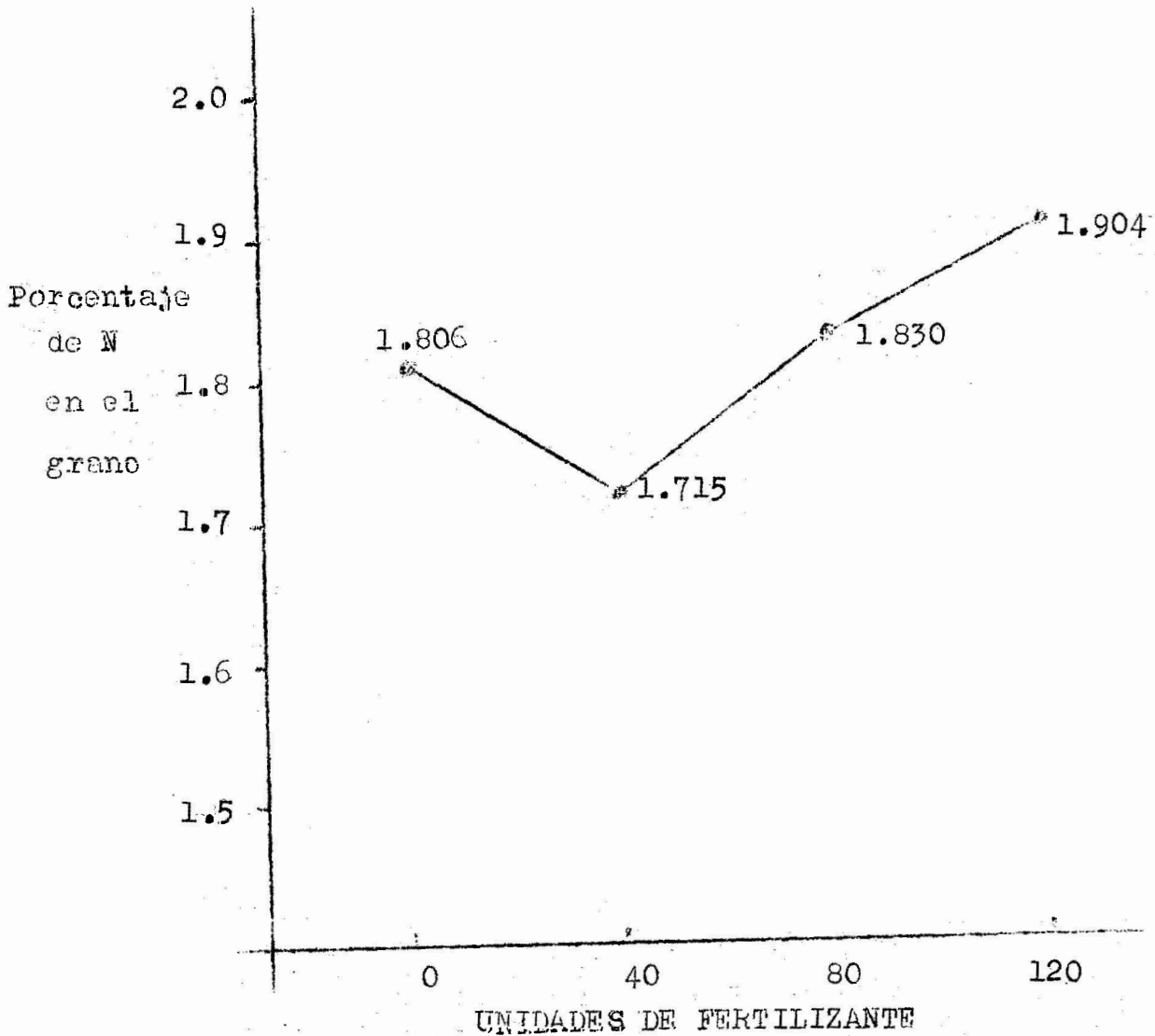
<u>Aplicación de P en unidades/Há.</u>	<u>N en % en el grano</u>
0	1,816
60	1,790
120	1,813
180	1,835

Cuadro IV.8: Efecto de la localidad sobre el porcentaje de N en el grano de sorgo.

<u>Localidad</u>	<u>N en % en el grano</u>
- Chacra vieja en la Estación Experimental La Estanzuela (Colonia)	1,461
- Campo Experimental de la Estación del Norte (Taouarembó)	1,859
- Chacra nueva en la Estación Experimental La Estanzuela (Colonia)	2,120

Los resultados indican un fuerte efecto LOCALIDAD sobre el contenido en N del grano de sorgo. También existe un efecto significativo, de la fertilización nitrogenada, no demostrando tener efecto ni la fertilización fosfatada, ni la interacción N x P.

En la figura IV:2 se observa la evolución del contenido en N del grano de sorgo, a medida que aumentan las unidades de N aplicadas como fertilizante.



Unidades de N adicionadas por fertilización/há

Figura IV.2 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido en N (%) en el grano de sorgo granífero.

IV.4. Efecto conjunto del genotipo y el ambiente.

En el Cuadro IV.9 se presenta la comparación de los efectos del genotipo y el ambiente sobre el contenido en N del grano de sorgo.

Cuadro IV.9: Comportamiento de 14 genotipos distintos para % de N en el grano en 4 localidades distintas.

Genotipo	Localidades				\bar{Y}
	1	2	3	4	
BR 64	1,17	1,66	1,905	1,87	1,65
Estanzuela "Asencio"	1,27	1,60	1,475	1,755	1,525
NK 210	1,29	1,73	1,805	1,76	1,646
Trafuls	1,31	1,79	1,425	1,63	1,539
DA 46	1,475	1,435	1,665	1,725	1,575
DA 41	1,475	1,88	1,675	2,00	1,757
DA 54	1,475	1,585	2,06	2,325	1,861
DA 42	1,55	2,05	1,505	1,975	1,77
DA 45	1,565	1,82	1,875	1,96	1,805
DA 44	1,60	2,08	1,75	1,95	1,845
E 57 A	1,605	1,535	1,725	1,875	1,685
NK 300	1,79	1,55	1,735	1,72	1,699
NK 180	1,825	1,855	2,17	2,04	1,972
NK 233	2,16	1,99	1,835	2,12	2,026
\bar{X}	1,54	1,754	1,757	1,907	
	a	b	b	b	

1. Estación Experimental del Norte (Tacuarembó).
2. Estación Experimental La Estanzuela (Colonia).
3. Campo Experimental de La Estanzuela en Young (Río Negro).
4. Campo Experimental de R.A.U.S.A. en Montes (Canelones).

a, b) Promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($P < 0,05$) entre sí.

El efecto localidad fue altamente significativo (al nivel 0,01) mientras que el efecto del genotipo fue significativo sólo al nivel 0,05 de probabilidad. Y esto es lo más importante a destacar, que el efecto ambiental en las condiciones del experimento fue más importante que el aportado por la variación entre los distintos genotipos, como determinante del % de N del grano de sorgo granífero.

En el cuadro IV.10 se muestra el resultado del test de Duncan, para los promedios de los genotipos.

Cuadro IV.10: Test de Duncan para mostrar la diferencia en el porcentaje de N del grano entre distintos genotipos de sorgo granífero. Promedio de 4 ambientes.

GENOTIPOS	% de N en el grano (promedio de 4 localidades)
NK 233	2,026 (x)
NK 180	1,972 -
DA 54	1,361 -
DA 44	1,845
DA 45	1,805
DA 42	1,77
DA 41	1,757 -
NK 300	1,699
E 57. A	1,685
BR 64	1,65
NK 210	1,646 -
DA 46	1,575
Trafuls	1,539
Estanzuela "Asencio"	1,525 -

(x) Los promedios unidos por la misma línea no difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$)

IV.5. Correlación entre el porcentaje de N en el grano, y el rendimiento en grano para 4 niveles de fertilización con N, 4 niveles de P y 3 localidades distintas.

Del ensayo factorial se estudió primero la correlación general de todas las parejas de datos involucrados. Pero como se entendió que eran muchos los factores involucrados ~~influyentes~~ diferencialmente cada uno de los parámetros se realizó además el estudio de correlación independiente para cada localidad y posteriormente para cada nivel de P. Los resultados obtenidos, así como las rectas de regresión, se presentan en el Cuadro IV.11.

Cuadro IV.11. Correlación entre N en el grano y rendimiento. Medias, coeficiente de correlación, y recta de regresión.

	\bar{X}	\bar{Y}	r	(1)	Recta de Regresión
I	1,814	5.010	0,857	xx	$y = -1.165 + 3.404 x$
II	2,121	6.157	0,116	ns	
III	1,461	3.640	0,337	ns	
IV	1,859	5.231	0,157	ns	
V	1,816	4.458	0,765	xx	$y = -402 + 2.676 x$
VI	1,789	4.938	0,943	xx	$y = -1.579 + 3.642 x$
VII	1,813	5.323	0,935	xx	$y = -1.397 + 3.706 x$
VIII	1,836	5.320	0,934	xx	$y = -1.267 + 3.588 x$

(1) Nivel de significación estadística.

I. Correlación de todos los pares de valores.

II. " " " " " " " del Bloque I (Chacra nueva de La Estanzuela en Colonia).

III. Correlación de todos los pares de valores del Bloque II (Chacra vieja de La Estanzuela en Colonia).

IV. Correlación de todos los pares de valores del Bloque III (Chacra nueva en Taquarembó sobre tierras fértiles de Yaguarí)

V. Correlación de todos los pares de valores para nivel 0 de fertilización Fosforada.

Correlación de todos los pares de valores para 60 unidades/há de fertilización Fosforada.

VII. Correlación de todos los pares de valores para 120 unidades/há de fertilización Fosforada.

VIII. Correlación de todos los pares de valores para 180 unidades/há de fertilización Fosforada.

(1) ~~xx~~ Diferencia significativa ($P < 0,01$)
ns Diferencia No significativa

X. Promedio de N en el grano en %.

Y. Promedio de rendimientos en grano en Kgrs/há.

r. coeficiente de correlación.

V) DISCUSION.

V.1. El problema del factor de conversión.

Como no se encontró acuerdo en la bibliografía consultada sobre el factor para convertir el N determinado por Kjeldahl a Proteína Bruta se resolvió operar todos los datos obtenidos como N, lo cual no varía las conclusiones desde el punto de vista matemático. Se dificulta en parte la visualización de las tendencias, pero trae aparejado como ventaja que son datos originales de análisis que se pueden operar para obtener los resultados en Proteína Bruta con el factor que se crea conveniente.

Algunos resultados para desarrollar la discusión aparecen en Proteína Bruta para poder compararlos con los datos aportados por la revisión bibliográfica. En los casos que así sucede los datos se encuentran expresados en % de N x 6,25 de la materia seca del grano de sorgo.

V.2. Variación en el contenido de N de distintos genotipos de sorgo granífero.

La variación entre los genotipos obtenida del experimento fue menor en los ambientes donde la media de los genotipos fue más alta. En la Estación Experimental del Norte (Tacuarembó) donde el nivel de fertilidad es menor, se obtuvo el mayor coeficiente de variación (superior al 15%). Valores tan bajos como 6,69% y tan altos como 13,5% de Proteína Bruta fueron encontrados en esta localidad. Este rango es mayor que el encontrado por Bresani y Rios (1962), Milles et al. (1964) y Hall y Ritter (1975). Pero inferiores a su vez a los obtenidos por Pickett (1967), Pickett y Oswald, Haikerwall y Mathieson (1971) y Collins y Pickett (1972).

Las muestras correspondientes a la cosecha 1971/1972 corresponden a otros analistas, aunque se usó la misma metodología de trabajo en el laboratorio. Creemos que el sistema usado da un buen valor relativo pues tiene buena repetibilidad, para un mismo

momento dado.

De cualquier manera como el coeficiente de variación depende del nivel de fertilidad usado, y no solo de los genotipos que se estén comparando, no es posible homologar las diferencias obtenidas entre los genotipos aquí, con las obtenidas en otros países.

Sí parece necesario destacar que todas las muestras provienen de ensayos varietales, 4 conducidos por los técnicos del CIAAB (Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger), y 1 por RAUSA, donde se buscó sembrar el ensayo en condiciones de alta fertilidad, que permitan la total expresión del potencial genético para rendimiento de cada genotipo.

Partiendo de esta premisa podemos concluir en primer lugar, que las condiciones de fertilidad de los ensayos varietales conducidos por el CIAAB no son las óptimas en todos los casos para expresar el potencial de % de proteína.

En segundo lugar parece lógico esperar que en condiciones de campo, el comportamiento de los diferentes genotipos tenga diferencias mayores para el tenor de proteína, dada las condiciones restrictivas de fertilidad con que normalmente se siembra el sorgo en nuestro país.

Teniendo en cuenta estos factores parece necesario advertir el bajo tenor proteico obtenido en uno de los ambientes por Estanzuela 102, cultivar prometedor por otras características como el rendimiento. (x)

V.3. Relación entre el contenido en N del grano de sorgo y 2 características fenotípicas.

No se encontró correlación significativa entre ciclo de la planta (medido en días a la floración) y el N del grano. Tanto Pickett y Oswald, Haikerwal y Mathieson (1971), como Schaffer

(x) Artola A.: Comunicación personal.

et al. (1972), encontraron una fuerte asociación de sentido negativo entre días a la floración y porcentaje de proteína.

Tampoco hubo correlación significativa entre la altura de la planta (medida en centímetros) y el % de N en el grano.

De cualquier manera no corresponde generalizar estas conclusiones y son necesarias investigaciones adicionales, pues los datos obtenidos para % de N en el grano son promedio de 4 localidades diferentes, mientras que los datos de las características fenotípicas son promedio de 2 años de ensayos varietales en La Estanzuela (Colonia), aunque considerados suficientes por los técnicos para precisar los caracteres vegetativos.

Es posible que precisando más las condiciones para anular el efecto ambiental, el resultado sea diferente. Por ahora no parecen ser características que tenga importancia tenerlas en cuenta a los efectos de la selección.

V.4. Algunos factores ambientales que afectan el contenido en N del grano de sorgo granífero.

V.4.1. Efecto del número de cultivos anteriores.

A medida que aumentan los años de cultivo que haya recibido la chacra, el nivel de N en el grano disminuye en forma significativa. La única referencia bibliográfica fue la de Herron et al. (1963) que obtuvo tenores más altos de proteína en un año que en el siguiente en ensayos de fertilización nitrogenada, sin mayores especificaciones del uso anterior de la tierra.

En el caso particular del presente experimento, se refiere a cultivos anteriores extractores de N (Trigo y Lino), y que no recibieron ningún tipo de fertilización en los años subsiguientes a la roturación de la pradera de Alfalfa.

Dado el especial efecto de la disponibilidad de N en el tenor de Proteína del grano, como veremos más adelante, pode-

mos afirmar que las conclusiones son válidas para cultivos extractores netos de N, y no lo podemos generalizar para otro tipo de cultivos, como por ejemplo la Soja que se está extendiendo en nuestro país.

V.4.2. Efecto del tipo de cultivo anterior.

Como se disponía en un ensayo de rotaciones nuevas de La Estanzuela (Colonia) de dos cultivos distintos procediendo al sorgo, se analizó su efecto a través del primero y segundo año de cultivo.

Cualquiera de los dos cultivos como dijimos anteriormente, son extractores de N y se pretendía saber si había diferencia entre ellos. No se encontró diferencia entre Trigo y Trigo-Trigo con Lino y Lino-Lino.

Del propio análisis de Varianza surge la comparación entre el primer año de cultivo (Trigo y Lino) o dos años de cultivo (Trigo-Trigo y Lino-Lino). Contrariamente a los resultados del experimento anterior la diferencia no fue significativa, a pesar de la tendencia a disminuir el N en el grano al segundo año de cultivo como se ve en el Cuadro IV.3.

La falta de significancia probablemente sea debida a los pocos grados de libertad que aportaba el experimento.

V.4.3. Efecto de la fertilización nitrogenada en el tenor de N del grano de sorgo.

La fertilización nitrogenada tuvo un efecto altamente significativo en aumentar el % de N en el grano de sorgo. Estos resultados se obtuvieron a través de un experimento de tipo facto-

Los resultados del presente experimento son concordantes con los de Burleson et al. (1956), Herron et al. (1963), Miller et al. (1964), Welch et al. (1966), Waggle et al. (1967), Campbell

y Pickett (1968) y Roy y Wright (1973).

También Eng (1965), Brawand y Hossner (1976) y Pickett y Oswalt obtuvieron resultados concordantes con los del presente experimento.

Tal como podemos ver en la Figura IV. 2 el efecto de la aplicación de las primeras 40 unidades de N fue disminuir el porcentaje de proteína del grano. Es posible que en este experimento a bajas dosis, el efecto del N aplicado se vea diluida por un efecto ~~de~~ espectacular sobre el rendimiento. Informaciones en tal sentido de sus experimentos aportan Roy y Wright (1973) y Brawand y Hossner (1976).

Creemos que mejorando las condiciones del experimento se pueden separar mejor los efectos del N y el rendimiento, y el "efecto dilución" de que hablamos. No disponemos del análisis para rendimiento de todas las localidades. Pero por lo menos en el caso de los suelos fértiles de Tacuarembó la respuesta al N aplicado fue negativa.(x) También eran muy fértiles los suelos de "Chacra Nueva" de la Estanzuela, que corresponden al Bloque I. Es posible que en condiciones más restrictivas de fertilidad, eliminando el factor Localidad del experimento, la respuesta al N en el grano sea más importante así como de mayor envergadura el "efecto dilución" mencionado. En nuestro caso particular no se estudiaron las interacciones de LOCALIDAD x N, LOCALIDAD x P y LOCALIDAD x N x P, pues la magnitud del ERROR totalizado no afectó los resultados del análisis de Varianza. Parece prudente en caso de repetir estudios de esta índole vigilar la magnitud del error para evitar que interacciones de segundo y tercer orden no tenidas en cuenta afecten los resultados, fundamentalmente debido a la importante magnitud del efecto localidad, también determinado en otros estudios del presente trabajo.

(x) Labella S. Comunicación personal.

V.4.4. Efecto de la aplicación de P sobre el contenido en N del grano de sorgo.

En las condiciones del experimento no hubo respuesta significativa del agregado de P sobre el tenor de N del grano. Esta conclusión es similar a la de Roy y Wright (1973). Mientras que Brawand y Hossner (1976) informan que los mayores niveles de proteína en el grano los obtuvieron con la aplicación de 11,2 tt de "guano vacuno", 45 unidades de N y 20 unidades de P, no separando los efectos de cada uno de los factores. Tampoco Miller et al. (1964) separan el efecto del N y P aplicados en el aumento en el tenor de N que obtuvieron en su experimento.

No sólo es de esperar una falta de efecto del P sobre el N del grano, sino que el efecto positivo del P sobre los rendimientos (Roy y Wright; 1973) puede en ciertas circunstancias tener un efecto negativo sobre el tenor de proteínas del grano (Brawand y Hossner; 1976) ("efecto de dilución").

V.4.5. Efecto de la localización sobre el porcentaje de N del grano de sorgo granífero.

En el experimento factorial N x P, basándonos en la afirmaciones de Pickett y Oswald sobre las características particulares de las interacciones de primero y segundo orden, se usaron tres localizaciones o ambientes como repeticiones del experimento. El análisis de Varianza del factorial mostró un efecto muy fuerte de la LOCALIZACION, incluso de mayor entidad que la fertilización nitrogenada, sobre el contenido en N del grano.

Conclusiones similares, en cuanto a la importancia del efecto LOCALIDAD, aportan Miller et al. (1964), Waggle et al. (1967), Pickett y Oswald y Schaffert et al. (1972).

Los menores niveles de N en el grano se obtuvieron en un ensayo sembrado sobre una "chacra vieja" (x) en la Estación Experimental La Estanzuela (Colonia).

En siguiente orden se encuentran los datos provenientes de las muestras de los sorgos sembrados en el ensayo de la Estación Experimental del Norte (Tacuarembó), sobre suelos de fertilidad menor que el resto de las zonas tratadas como puede observarse a través del resto de los datos del presente trabajo.

Por último los niveles más altos de N provienen de las muestras extraídas de la "chacra nueva" (X) de la Estación Experimental La Estanzuela (Colonia), que son suelos de buena fertilidad natural (pradera de Alfalfa recién roturada).

Dada la gran variación de suelos del país y usos anteriores de la tierra, podemos concluir, que las condiciones de localización serán determinantes del contenido en N del grano de sorgo, y del resultado que se obtenga con la fertilización nitrogenada.

V.4.6. Efecto conjunto del genotipo y el ambiente.

En la comparación de 10 genotipos distintos, la mayoría de ellos sorgos comerciales de venta común en el país, se volvió a repetir el fuerte efecto LOCALIDAD discutido en el parágrafo

V.4.5. Mientras que la LOCALIDAD tuvo un efecto significativo al nivel 0,01, el efecto de los genotipos sobre el tenor de N del grano fue significativo al nivel 0,05.

Como en los casos anteriores, las medias de las distintas localidades se ordenaron de acuerdo a su fertilidad natural, por lo menos en el caso de las tres localidades con ensayos del CIAAB, 1, 2, y 3 donde el nivel de fertilización de base aplicado es el mismo para todos los ensayos varietales. En el caso del Campo Ex-

(x) "chacra vieja" y "chacra nueva" son las categorías usadas por los técnicos del CIAAB para calificar el uso anterior y la fertilidad remanente de un predio de cultivo.

perimental de RAUSA en Montes (Canelones), los niveles de fertilización no son los mismos que los aplicados por los técnicos del CIAAB en los ensayos varietales de sorgo.

Se ordenaron los distintos genotipos en orden creciente de tenor de N en el grano en el ambiente con media más baja (Estación Experimental del Norte) y coeficiente de variación más alto. Pero en los otros ambientes de coeficiente de variación menor, los genotipos no mantuvieron el mismo orden creciente para tenor de N en el grano.

Si bien es cierto que algunos genotipos como NK 180 y NK 233, tendieron a tener valores altos de N en el grano en los cuatro ambientes, concordante con lo encontrado por Miller et al. (1964), otros genotipos tuvieron un comportamiento más errático.

El ordenamiento de las medias de cada genotipo de los cuatro ambientes, tampoco coincidió con el ordenamiento del ambiente con mayor coeficiente de variación.

En el test de Duncan para la comparación de medias, se observa la ventaja para la característica estudiada de los cultivares NK 180 y NK 233, y en especial este último con un comportamiento netamente superior en la mayoría de los ambientes estudiados. También se puede observar que los cultivares DA 46, Trafuls y Estanzuela "Asencio" tienen un pobre comportamiento para la característica estudiada, lo que los convierte en no recomendables. Es posible que para la elección del genotipo más adecuado en determinada condición, haya que tener en cuenta otras características de mayor importancia, lo cual no invalida nuestra afirmación para la característica % de N en el grano.

En la comparación de medias el cultivar de Estanzuela "Asencio" se ubicó en último lugar. A diferencia de los anteriores que son híbridos, este cultivar es una variedad, seleccionada durante años por selección masal para rendimiento en grano. (x) Es posible que

(x) Artola A. Comunicación personal.

haya pesado en esta selección una correlación negativa entre rendimiento en grano y proteína, tal cual informan Collins y Pickett (1972).

V.5. Correlación entre el porcentaje de N en el grano, y el rendimiento en grano para 4 niveles de fertilización con N, 4 niveles de fertilización con P y 3 localidades distintas.

El estudio de correlación entre % de N en el grano y rendimiento en grano dió un coeficiente de correlación elevado ($r=+0,857$), significativo y positivo. Esta asociación es mayor y de signo contrario a la encontrada por Pickett (1968), Pickett *et al.* (1971) y Collins y Pickett (1972). Pero se entendió que las variables involucradas afectando el N en el grano y el rendimiento eran demasiadas, a pesar de trabajar con un mismo genotipo: Morgan 103.

Por lo tanto en vez de trabajar con los 48 pares de datos, se operó independientemente para cada una de las 3 localidades con 16 pares de datos. La eliminación del efecto LOCALIDAD trajo como consecuencia la desaparición de la asociación entre N en el grano y rendimiento. Para las 3 localidades la correlación fue positiva, pero no significativa ($r=0,116$; $r=0,337$; $r=0,157$).

Se entendió que en este caso alguna de las variables, diferente de la LOCALIDAD estaba actuando en un sentido de disociar la correlación existente entre N en el grano y rendimiento. De los dos factores que quedaban actuando el N afecta de manera positiva tanto el N en el grano (ver anteriores experimentos de este trabajo), como el rendimiento (Díaz, 1976).

Mientras en el presente trabajo el P no tuvo efecto sobre el % de proteína, hay información experimental disponible indicando un efecto positivo de la fertilización con dicho elemento sobre el rendimiento (Díaz, 1976).

Para anular el efecto del P se realizó un estudio de correlación entre N en el grano y rendimiento en grano, para los 12 pares

de datos que se disponían para cada nivel de fertilización con P (0, 60, 120, 180) independientemente. Es decir que estábamos aislando los efectos del N aplicado y la LOCALIDAD sobre cada uno de los factores, y por lo tanto sobre la asociación.

Para los 4 niveles de aplicación de P, estudiados, los coeficientes de correlación fueron positivos y significativos. Salvo en el nivel más bajo (P=0), el resto de los coeficientes fueron de mayor magnitud que el obtenido para todos los pares de datos en conjunto.

Como conclusión podemos decir que la asociación entre % de N en el grano y el rendimiento en grano fue positivo mientras los factores incidentes en la variación, afectaron en el mismo sentido los parámetros correlacionados. Al contraponerse la incidencia del N y el P aplicado sobre los parámetros la asociación se rompió, pues el P tiene un importante efecto sobre el rendimiento, pero sobre el contenido en N del grano.

Cuando se anuló el efecto del P, trabajando solo con muestras y datos que tenían un mismo nivel de fertilización fosforada, se nota que la asociación entre los dos parámetros es más fuerte ($r = +0,943$; $r = +0,935$; $r = +0,934$) que trabajando sobre el total de los datos ($r = 0,857$), salvo para el nivel más bajo de aplicación de P (P=0; $r = +0,765$) donde un nivel tan restrictivo de este elemento probablemente limitó más el efecto positivo del N sobre el rendimiento, que sobre el % de N en el grano, bajando por lo tanto el coeficiente de correlación.

Es posible que en la medida que se acoten las condiciones de trabajo disminuyendo las fuentes de variación la correlación obtenida sea distinta, fundamentalmente si lo que se quiere es el parámetro para su uso en selección masal.

No se realizó el estudio para el rendimiento en grano en el presente experimento, que podría ayudar a la interpretación de los datos de correlación obtenidos, pues el diseño experimental no

lo permitía. Según Pickett y Oswalt es posible sustituir localizaciones x año y viceversa para la mayoría de las características estudiadas, menos para rendimiento. La debilidad del diseño experimental se debió a que se disponían muestras compuestas sin contar con las repeticiones de cada localidad.

VI. CONCLUSIONES

En las condiciones del experimento se concluyó:

1) Dentro de los cinco ambientes estudiados se encontró una variación importante de origen genética en el porcentaje de N en el grano de sorgo. Estas diferencias entre los distintos genotipos, eran menores a medida que "mejoraba" el ambiente.

2) Las correlaciones encontradas entre porcentaje de N en el grano de sorgo y dos características fenotípicas (altura de planta y longitud de ciclo) fueron bajas, por lo que no es posible usar estas dos características para mejorar por selección el porcentaje de proteína.

3) Los factores ambientales tuvieron mayor influencia en la determinación del % de N del grano de sorgo que los genéticos. Los que afectan la disponibilidad de N en el suelo tales como número de cultivos anteriores, localidad y fertilización nitrogenada fueron los que tuvieron más influencia.

4) La localización actuó determinando el contenido de N en el grano, y afectando el resultado de la fertilización nitrogenada.

5) La correlación entre N en el grano y rendimiento a distintos niveles de N y P aplicado y 3 localidades, fue positiva. La asociación entre las dos características fue más importante cuando se anuló el efecto disociativo del P aplicado. La localización y el N aplicado como fertilizante al suelo, actúan en el mismo sentido tanto sobre el % de N en el grano como sobre el rendimiento en grano.

6) De la comparación entre genotipos dos de ellos, NK 233 y NK 180, se destacaron sobre los demás por el excelente comportamiento para la característica estudiada.

VII. RESUMEN.

Se realizó el análisis del contenido de N sobre la Materia Seca de 248 muestras de sorgo granífero de la cosecha 1975/1976 obtenidas de distinto origen con el fin de estudiar en las condiciones de nuestro país, el rango y la fuente de variación de dicho carácter.

Ciento cuarenta y cuatro muestras provenientes de 4 ensayos varietales en distinta ubicación geográfica del país, fueron comparados para estimar la Media, la Varianza y el Coeficiente de Variación para cada localidad. También se compararon los parámetros obtenidos, con los de 20 sorgos graníferos de la cosecha 1971/1972.

Se agruparon los datos provenientes de 10 genotipos distintos de sorgo granífero, sembrado cada uno en 4 localidades distintas, para estudiar la correlación entre el porcentaje de N en el grano y dos características fenotípicas: altura planta y longitud de ciclo medida de siembra a floración.

Sobre muestras provenientes de ensayos de rotaciones nuevas, se estudió el efecto del año de cultivo, y del tipo de cultivo anterior.

Con muestras compuestas de ensayos de fertilización de tipo factorial N x P en 3 localidades distintas, se analizó el efecto del N aplicado, del P aplicado y de la Localidad sobre el % de N en el grano de un mismo genotipo de sorgo granífero.

Sobre muestras de 14 genotipos sembrados en 4 localidades distintas se estudió la importancia del efecto genético y del ambiental (Localidad) sobre el parámetro estudiado.

Sobre los datos de los 3 ensayos factoriales N x P se estudió la correlación entre el % de N en el grano y el rendimiento en grano, así como la influencia de los factores N, y P aplicado y Localidad sobre la correlación estudiada.

SUMMARY

The analysis of the N incloses on the dry matter in 248 samples of grain sorghum in the harvest 1975/1976 obtained from different origin has been done with the aim of studying the conditions in our country, the rank and the source of the variation on such type.

One hundred and forty-four samples originated in four varietals experiments in different geographical places in the country, have been compared to estimate the average, the variance, and coefficient of variation for each place. The obtained parameters have also been compared to the 20 grain sorghum of the harvest 1971/1972.

The results obtained from 10 different genotypes of grain sorghum have been gathered, each one sowed in four different places to study the correlation between the percentage of N in the grain and two fenotypical characteristics; height of plant and length of cycle measure in flowering-seed time.

On samples obtained from experiments of "new rotations", the effect of the harvested year and the type of the former cultivation have also been studies.

With samples compound from experiments of fertilization of factorial type N x P in three different places; the effect of the applied N, of the applied P, and the place over the percentage of N in the grain from the same genotype of grain sorghum has been analized.

On samples of fourteen sowed genotypes in four different places the importance of the genetic effect and the environment over the studied parameter has been studied.

With the results obtained from the three factorial experiment N x P, the correlacion between the percentage of N in the grain and the yield in grain, so as the influence of the applied N and applied P factor and place over the studied correlation have been studied.

VIII. LITERATURA CITADA.

1. ADRIAN, J. and SAYERCE, C. Composition of Senegal millets and sorghums. *British Journal Nutrition* 11:99. 1957.
2. BRAWAND, H. and HOSSNER, L.R. Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizer treatment. *Agronomy Journal* 68(2):277-280. 1976.
3. BRESSANI, R. and RIOS, B.J. The chemical and essential aminoacid composition of twenty selection of grain sorghum. *Cereal Chemistry* 39(1):50-58. 1962
4. BURLINSON, C.A., COWLEY, W.R. and OTTEY, G. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Agronomy Journal* 48(11):524-525. 1956.
5. CAMPBELL, A.R. and PICKETT, R.C. Effect of nitrogen fertilization on protein quality and certain other characteristics of 19 strains of *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Science* 8(5):545-547. 1968.
6. CLOSE, H. and NAVES, G. La composition en acide aminés du sorgho au Congo Belge. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation* 12(5):41-50. In RAO, N.G.P. and HOUSE, L.R. Sorghum in seventies. New Delhi, Oxford & IBH. 1970.
7. COLLINS, F.C. and PICKETT, R.C. Combining ability for yield, protein and lysine in a incomplete diallel of *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Science* 12(1):5-6. 1972.
8. _____ Combining ability for grain, yield, percent protein and gr. lysine/100 gr. protein in a nine-parent diallel of *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Science* 12(4):423-425. 1972.
9. DRYCE, C.W. et al. Aminoacid composition and energy value of immature sorghum grain. *Cereal Chemistry* 47(4): 363-368. 1970.
10. DIAZ, R. Sorgho granífero: B) Fertilización. In URUGUAY, MAP. CIAAB. ESTACION EXPERIMENTAL DEL NORTE. Cultivos de verano en el noreste. Tacuarembó. 1976. p. irr.

11. ENG, K.S. Current and future research related to the feeding value of sorghum grain. 4th Grain sorghum research and utilization conference, Amarillo, Texas, p.29 In DOGGET, H. Sorghum. Great Britain. Longmans Green. p 216. 1970.
12. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. FOOD POLICY AND FOOD SCIENCE SERVICE; NUTRITION DIVISION. Amino-acid content of food and biological data on proteins. FAO. Nutritional Studies N° 24. 1970. 36p.
13. HAIKERWAL, M. and MATHIESON, A.R. The protein content and amino acid composition of sorghum grain. Cereal Chemistry 48(6):690-699. 1971.
14. HALL, G.A.B. y RITTER, R. Análises bromatológicas de 120 variedades de sorgo en grão. In Congreso Brasileiro de Avicultura, 4º, Porto Alegre, S.ª. 1975. p44.
15. HERRON, G.M., GRIMES, D.W. and MUSICK, J.T. Effect of soil moisture and nitrogen fertilization of irrigated grain sorghum on dry matter production and nitrogen uptake at selected stages of plant development. Agronomy Journal 55(4):393-396. 1963.
16. INDIANA. PURDUE UNIVERSITY. Station Bulletin N° 70. 1975.
17. MILLER, G.D. et al. Variations in protein levels in Kansas sorghum grain. Agronomy Journal 56(3):302-304. 1964.
18. PICKETT, R.C. Sorghum protein quantity and quality. In Annual Corn and Sorghum Research Conference, 23th, Chicago, 1968. Report. Chicago American Seed Trad Association, 1968. pp 138-140.
19. _____ and OSWALT, D.L. Mejoramiento de la calidad nutricional del sorgo. In RAO, N.G.P. y HOUSE, L.R. Sorghum in seventies. New Delhi, Oxford & IBH. 1970.
20. _____ and SCHAFFERT, R.E. Inheritance and improvement of protein quality and content in Sorghum bicolor (L) Moench. Lafayette, Indiana, Purdue University, Annual Report N° 8. 1971. ppB1-B59
21. ROY, R.N. and WRIGHT, B.C. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility: I. Dry matter accumulation patterns, yield and N content of grain. Agronomy Journal 65(1):5-10. 1973.

22. _____. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility: II. N,P and K uptake pattern by various plant parts. *Agronomy Journal* 66(1):5-10. 1974.
23. SCHAFFERT, R.E. et al. Genotype-environment interactions for yield, protein, lysine, oil, and seed weight in *Sorghum bicolor* (L) Moench. Lafayette, Indiana, Purdue University. Annual Report Nº . 1972. p21.
24. SECKINGER, H.L. and WOLF, M.J. Sorghum protein ultrastructure as it relates to composition. *Cereal Chemistry* 50(4):455-465. 1973.
25. SINGH, R. and AXTELL, J.D. High lysine mutant gene (HL) that improves protein quality and biological value of grain sorghum. *Crop Science* 13(5):535-539. 1973.
26. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA. Estudio económico y social de la agricultura en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, Oficina de Programación y Política Agropecuaria. 1967. v5 t2:298-299
27. URUGUAY. DIRECCION DE INVESTIGACION EN ECONOMIA AGRARIA, Producción y comercialización del maíz. Serie Comercialización 1:36-37. 1976
28. WAGGLE, D.H., DEYOE, C.W. and SMITH, F.W. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition of sorghum grain. *Crop Science* 7(4):367-368. 1967.
29. WALL, J.S. and ROSS, W.M. Sorghum production and utilization Wesport, Avi. 1970. p71.
30. WELCH, N.H., BURNETT, E. and ECK, H.V. Effect of row spacing, plant population and nitrogen fertilization on dryland grain sorghum production. *Agronomy Journal* 58(2):160-163. 1966.

ANALISIS DE VARIANZA

a) Regresión de N en el grano en % sobre ciclo de la planta medida en días de siembra a floración.

Fuente	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión	120,38	1	120,38	1,494
Error	644,52	8	80,56	
Total	764,90	9		

b) Regresión de % de N en el grano sobre altura de planta medida en cms.

Fuente	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión	33,75	1	33,75	0,189
Error	1.431,15	8	178,89	
Total	1.464,90	9		

c) Efecto del número de años de cultivo anterior sobre el % de N del grano.

Fuente	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	0,036	2	0,018	2,09
Tratamiento	0,278	2	0,139	8,42
Error	0,066	4	0,017	
Total	0,380	8		

d) Efecto del tipo de cultivo anterior (A) (Trigo o Lino) y del número de años de cultivo anterior (B) (1 o 2) sobre el % de N en el grano.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Bloques	0,0930	2	0,0465	
Tratamiento A	0,0018	1	0,0018	< 1
Error (a)	0,0228	2	0,0114	

Tratamiento B	0,0540	1	0,0540	1,50
A x B	0,0001	1	0,0001	< 1

Error (b)	0,1139	4	0,0285	

Total	0,2856	11		

e) Efecto de la fertilización con N, P y de la LOCALIDAD sobre el % de N en el grano.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
LOCALIDAD	3,5190	2	1,7595	181,39
N	0,2190	3	0,0730	7,53
P	0,0123	3	0,0041	< 1
N x P	0,0864	9	0,0096	< 1
Error	0,2923	30	0,0097	

Total	4,1290	47		

f) Efecto de la LOCALIDAD y del GENOTIPO sobre el % de N en el grano.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
LOCALIDAD	0,6781	3	0,2260	5,72
GENOTIPO	1,1937	13	0,0918	2,32
Error	1,5440	39	0,0396	
Total	3,4158	55		

g) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para ensayo de tipo factorial N x P x LOCALIDAD.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	48005812	1	48005812	127,00
Error	17387820	46	377996	
Total	65393632	47		

h) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para factorial N x P en "chacra nueva" de La Estanzuela.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	79600	1	79600	0,190
Error	5876790	14	419342	
Total	5950390	15		

i) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para factorial N x P en "chacra vieja" de la Estanzuela.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	452375	1	452375	1,798
Error	3522308	14	251593	
Total	3974683	15		

j) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para factorial N x P en suelos fértiles de Tacuarembó.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	89454	1	89454	0,355
Error	3530226	14	252159	
Total	3619670	15		

k) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para ensayo factorial N (4 niveles) x LOCALIDAD (3) y P=0.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	7702000	1	7702000	14,096
Error	5464033	10	546403	
Total	13166033	11		

1) Regresión de %^{de N} en el grano sobre rendimiento para ensayo factorial N (4 niveles) x LOCALIDAD (3) y P=60 unidades.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	15359960	1	15359960	81,036
Error	1895437	10	189544	
Total	17255397	11		

m) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para ensayo factorial N (4 niveles) x LOCALIDAD (3) y P=120 unidades.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	13868247	1	13868247	70,101
Error	1978317	10	197832	
Total	15846564	11		

n) Regresión de % de N en el grano sobre rendimiento para ensayo factorial N (4 niveles) x LOCALIDAD (3) y P= 180 unidades.

FUENTE	S.C.	G.L.	C.M.	F
Regresión rectilínea	11398926	1	11398926	67,895
Error	1678909	10	167891	
Total	13077835	11		

CUADROS

a) % de N de los genotipos provenientes de ensayos varietales
conducidos por el CIAAB durante el verano 1975/1976.

GENOTIPOS	1	2	3	4
Estanzuela "Las Piedras"	1,68		1,82	1,975
NK 210	1,73	1,805	1,29	1,76
Pionner 845	1,89	1,995	1,70	
BR 65	1,79	1,775	--	1,825
BR 64	1,66	1,905	1,17	1,87
Trafuls	1,79	1,425	1,31	1,63
Norteno B	1,835	1,93	1,96	--
Morgan 102	2,01	1,915	1,495	--
1544 (Colchicina)	1,645	--	--	--
NK 233	1,99	1,835	2,16	2,12
NK 180	1,855	2,17	1,825	2,04
Dorado A	1,90	1,52	1,415	--
Puntano A	1,965	2,25	1,73	--
AKS 614	1,695	--	1,46	--
Iberá	1,835	1,865	1,60	--
Pionner 8440	1,475	1,445	1,63	--
Chingolo INTA	2,115	2,25	1,99	--
Pionner 842	1,60	1,65	1,485	--
DA 41	1,88	1,675	1,475	2,00
Dorado M	1,48	1,915	1,66	--
Litoral	1,70	1,935	1,26	--
E 57 A	1,535	1,725	1,605	1,875
DA 61	1,495	--	--	2,125
Estanzuela "Sarandí"	1,66	1,905	1,375	--
DA 46	1,435	1,665	1,475	1,725
Pionner 866	1,91	2,14	1,84	--
Morgan 103	1,61	1,625	1,30	--
Norteno A	2,055	1,61	1,72	--
R 109	1,735	1,805	1,305	--
Litoral 2	1,575	1,48	2,07	--
NK "Savanna"	1,435	1,455	1,56	--
Cargill experimental doble propósito	1,825	2,075	1,165	--
RS 626	2,16	--	1,475	--
DA 44	2,08	1,75	1,60	1,95
Estanzuela "Asencio"	1,60	1,475	1,27	1,755
DA 42	2,05	1,505	1,55	1,975
NK 300	1,55	1,735	1,79	1,72
DA 54	1,585	2,06	1,475	2,325
Estanzuela 102	1,58	--	1,06	--
Estanzuela 12	1,985	--	1,715	--
R 1090	1,94	--	--	--
Estanzuela 54	1,665	--	1,735	--

Cuadro a (Cont.)

GENOTIPOS	1	2	3	4
Morgan 101	2,055	2,195	--	--
DA 45	1,82	1,875	1,565	1,96
Estanzuela 5	--	--	1,465	--
F 58	--	1,62	1,51	--
Continental 2102	--	1,795	--	--
Pampeano B	1,90	1,85	--	--
Cargill Norteño	--	--	--	1,88
Cargill Beró	--	--	--	1,85

1. Estación experimental "La Estanzuela" (Colonia).
2. Campo experimental de "La Estanzuela " en Young (Río Negro)
3. Estación experimental del Norte (Tacuarembó)
4. Campo experimental de RAUSA (Montes, Canelones).

b) Porcentaje de N en el grano de sorgo de 40 genotipos diferentes sembrados en un ensayo varietal en el verano 1971/1972 en el campo experimental de "La Estanzuela" (Colonia). Los datos fueron extractados del informe anual de ensayos varietales, y suministrados al autor por el Ing. Agr. A. Artola.

- 2,099
- 2,360
- 2,462
- 2,158
- 2,635
- 2,395
- 2,326
- 2,373
- 2,664
- 2,216
- 2,157
- 1,955
- 2,606
- 2,365
- 2,403
- 2,395
- 2,130
- 2,218
- 2,174
- 2,290
- 2,677
- 2,174
- 2,392
- 2,573
- 2,272
- 2,136
- 2,490
- 2,667
- 2,309
- 1,867
- 2,187
- 2,536
- 2,341
- 2,514
- 2,219
- 2,605
- 2,216
- 2,322
- 2,563
- 2,299

c) % de N en el grano afectado por los años de cultivo, posteriores a una pradera de Alfalfa recién roturada. Genotipo: NK 300

BLOQUES [#]	I	II	III
<u>TRATAMIENTO</u>			
1 ^{er} año de cultivo	1,710	1,755	1,725
2 ^{do} " " "	1,2725	1,630	1,425
3 ^{er} " " "	1,230	1,230	1,465

* Los datos son promedios de 2 parcelas en las que el cultivo anterior era en una Lino y en la otra Trigo.

d) Efecto del tipo de cultivo anterior (Trigo o Lino) sobre el % de N del grano de sorgo. Genotipo: NK 300.

BLOQUES		I	II	III
Cultivo Anterior	Año de cultivo			
TRIGO	2 ^o	1,33	1,54	1,43
	3 ^o	1,23	1,175	1,475
LINO	2 ^o	1,215	1,72	1,42
	3 ^o	1,23	1,285	1,455

e) Ensayo de diseño factorial N x P x LOCALIDAD y como afecta el % de N en el grano. Genotipo usado: Morgan 103. Son muestras compuestas.

LOCALIDADES		I		II		III	
Nivel de aplicación de							
N y P		A	B	A	B	A	B
No	Po	2,245	5.280,33	1,300	3.237,33	2,070	5.729,16
No	P1	2,145	6.402	1,280	3.178	1,790	5.197,92
No	P2	2,060	6.565,33	1,370	3.658,67	1,855	5.333,33
No	P3	2,110	6.431,67	1,470	3.716,33	1,975	5.635,42
N1	Po	1,780	5.389,33	1,345	3.085,00	1,825	4.552,08
N1	P1	2,155	6.177,33	1,360	3.556	1,770	5.187,50
N1	P2	2,070	6.323,67	1,375	3.584,67	1,590	5.114,58
N1	P3	2,110	6.331,67	1,415	4.033,33	1,780	5.479,17
N2	Po	2,195	5.403,33	1,575	2.677,33	1,730	5.552,08
N2	P1	2,015	6.575,33	1,415	3.638	1,855	4.802,08
N2	P2	2,235	6.267,33	1,540	4.142,67	1,915	6.406,25
N2	P3	2,150	6.921,67	1,470	4.255	1,860	5.135,42
N3	Po	2,125	4.831,67	1,675	3.354	1,930	4.406,25
N3	P1	2,185	5.905,33	1,530	3.236,67	1,975	5.406,25
N3	P2	2,205	7.071,33	1,665	4.399	1,880	5.010,42
N3	P3	2,130	6.642,67	1,595	4.501,33	1,950	4.760,42

I. Chacra nueva en la Estación experimental "La Estanzuela" (Colonia).

II. Chacra vieja en la Estación experimental "La Estanzuela" (Colonia)

III. Ensayo de la Estación Experimental del Norte (Tacuarembó)

No- sin aplicación de nitrógeno como fertilizante.

N1- 40 unidades de N aplicadas por fertilización.

N2- 80 " " " " " "

N3-120 " " " " " "

P0 - sin fertilizar con fósforo.

P1 - 60 unidades de P aplicadas como fertilizante.

P2 - 120 " " " " " "

P3 - 180 " " " " " "

A - % de N en el grano.

B - rendimiento en grano expresado en kgrs/há.

f) Muestras provenientes de productores suministradas por FUCREA y el % de N en el grano que contenían.

	1	2	3	4	5
% de N	1,675	1,595	1,685	1,505	1,52
Genotipo	NK 300	NK 300	NK 210	NK 210	NK 300
Departamento	Salto	Salto	Soriano	Soriano	Tacuarembó
Secc. Judicial	4	4	9	10	7
Paraje	Colonia A. Rubio	Cololó	Cololó	Cololó	Yaguari
Material de base	Basalto Profundo	Fray Bentos	Fraile Muerto		
Fertilización	NO	NO	SI	(residual)	SI
la. arada (mes)	9	9	8	12	10
Cultivo anterior	sorgo	sorgo	---	remolacha	sorgo
Años de cultivo	3	3	0	2	1
Fecha de siembra	31/10	31/10	10/11	28/12	2/11
" " cosecha	1/5	1/5	1-10/4	15/5	26/4
Densidad de siembra en Kgr/há	17	17	10	9	8
Rendimiento en Kgr/há. base seca	1.941	1.941	2.832	1.491	855

La corrección por humedad se hizo en base a las estimaciones suministradas en las planillas, lo que da un valor muy relativo.

g) % de N de muestras provenientes de un ensayo comparativo de mínimo laboreo. Muestra compuesta.

	1	2
% de N en el grano	1,865	1,495
Genotipo	NK 300	Estanzuela "Sarandí"
Rendimiento Kgr/há	3.957	4.960
Laboreo	SI	NO
Uso anterior	chacra	Pradera
Densidad de siembra en Kgr/há	5	16
Fertilización	SI	NO

h) % de N en el grano, rendimiento en grano en Kgr/há y rendimiento en N en Kgr/há, de varias muestras compuestas provenientes de ensayos de "rotaciones viejas" de La Estanzuela (Colonia).

63 - 64 - 65 - 66 - 67 - 68 - 69 - 70 - 71 - 72 - 73 - 74	%N	kgf. de N/há
Pradera convencio. G L T T Pradera convenc:	1,84	124,31
L T T G T T G T T L T	1,34	68,68
R L T R G L R-s T S R-s T T	1,395	73,38
L T T G T T G T T L T	1,325	42,23
C V L Ctr G T Ctr G L CtrG T S S T	1,44	99,16
L Ttr Ttr G Ttr Ttr G Ttr Ttr L Ttr	1,72	99,93

T- trigo
 G- girasol
 S- sorgo
 L- lino
 R- raigrás
 s- sudangras
 C - cebada cervecera
 V - vicia
 tr- trébol rojo

1) % de N de muestras compuestas provenientes de ensayos de fertilización de tipo factorial N x P.

nivel de aplicación de			I		II
N	y	P	% de N en grano	kgr de N/há	% de N en grano
No		Po	1,09	65,59	2,06
No		P1	1,195	77,09	2,105
No		P2	1,125	69,09	1,745
No		P3	0,985	65,05	1,76
N1		Po	1,265	83,62	1,805
N1		P1	1,195	78,65	1,790
N1		P2	1,28	86,54	1,785
N1		P3	1,20	80,86	1,825
N2		Po	1,395	93,25	2,195
N2		P1	1,63	118,46	2,10
N2		P2	1,505	113,05	1,805
N2		P3	1,47	110,13	1,81
N3		Po	1,73	122,57	1,83
N3		P1	1,525	114,89	1,83
N3		P2	1,67	126,24	1,85
N3		P3	1,56	122,27	2,17

Genotipo usado: NK 300

Estanzuela "Sarandí"

Categorización de uso: "chacra vieja"

"chacra nueva"

(Pradera recién roturada)

Tipo de muestra: compuesta

compuesta

Handwritten signatures of Ricardo Alvarez and another person.