

SB191
S7 M36

**FERTILIZACION EN SORGO — AJUSTE DE FORMULAS PARA
EL CALCULO AGROFISICO DE LA DOSIS DE ABONOS**

**POR
CARMEN E. MAO DE RIVAS**

www.bdigital.ula.ve

SERBIULA - TULIO FEBRES CORDERO



SB191 S7M36

**CIDIAT
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA — VENEZUELA
1976**

20 ABR. 1978

BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

INDICE

	Página
AGRADECIMIENTO.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vii
ANEXO.....	ix
SINOPSIS.....	x

Capítulo

I.	INTRODUCCION.....	
	Fundamentación.....	1
	Objetivos.....	5
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	6
III.	METODO.....	13
	Localidad y época.....	13
	Cultivo.....	14
	Posología.....	14
	Tratamientos y abonos.....	14
	Dosis y tipo.....	15
	Fórmulas para el cálculo de fósforo y po tasio.....	16
	Detalle de la estimación de fósforo	16
	Fórmula para el cálculo de nitrógeno...	19
	Detalle de la estimación de nitró- geno.....	19
	Forma y época de aplicación.....	22
	Diseño Experimental	22
	Manejo.....	23
	Mediciones.....	26

INDICE (Cont)

	Pag.
Mediciones fitotécnicas.....	27
Mediciones fitoquímicas.....	27
Mediciones edáficas.....	29
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSION.....	65
Relación entre los tratamientos y el crecimiento.....	69
Ajuste de las fórmulas de fósforo y nitrógeno para pronósticos futuros.....	75
Ajuste de la fórmula para nitrógeno.....	75
Ajuste de la fórmula para fósforo.....	81
Estimación de las dosis económicas.....	86
Para abono nitrogenado: Urea.....	87
Para abono fosforado: superfosfato triple.....	89
VI. CONCLUSIONES.....	91
VII. RESUMEN.....	92

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las siguientes personas e instituciones que han hecho posible la culminación de los estudios efectuados, así como la realización de la presente tesis:

Al Dr. Aldo Norero, mi especial reconocimiento por su valioso asesoramiento comprensión y estímulo; al Ing. James Wolf quien con su eficiente coordinación posibilitó los trabajos de campo; a los Ings. Eybar Rojas y Surenbra Sinha por las observaciones realizadas; al Dr. Germán Uzcátegui Director del CIDIAT, y por su intermedio al personal técnico y administrativo, quienes solicitadamente salvaron las dificultades habidas durante mis estudios; al Departamento de Coordinación y Planificación de la Rca. de Venezuela, CORDIPLAN, por su ayuda financiera; al Ing. Jorge Pereyra y la personal técnico del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA, por su esmerado trabajo de laboratorio; al Ministerio de Obras Públicas, MOP, de Guanare por su cooperación al facilitar su personal y campo experimental para la realización del ensayo; al Dr. Roberto Noel Domecq, ex Rector de la Universidad Nacional del Comahue, Argentina, quien realizó las gestiones para mi participación en el presente curso de Postgrado; a mis compañeros de estudios, Ings. Adonías de Moraes, Angel Medina, Heber García y Eudoro Espinosa por su colaboración y amistad.

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Cantidad de urea, superfosfato triple (S.F.T) y sulfato de potasio (S.P) para cada tratamiento, expresados en kg/ha.....	15
3.2 Aplicaciones de insecticidas durante el período del ensayo.	25
3.3 Número de riegos con sus respectivas fechas.....	26
4.1 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca a los 26 días, en kg/ha.....	32
4.2 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca a los 47 días, en kg/ha.....	33
4.3 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca a los 90 días, en kg/ha.....	34
4.4 Porcentaje de nitrógeno en plantas de 26 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	35
4.5 Porcentaje de nitrógeno en plantas de 47 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	36
4.6 Porcentaje de nitrógeno en plantas de 60 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	37
4.7 Porcentaje de fósforo en plantas de 26 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	38
4.8 Porcentaje de fósforo en plantas de 47 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	39
4.9 Porcentaje de fósforo en plantas de 60 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	40

	Página
4.10 Porcentaje de potasio en plantas de 26 días, bajos distintos tratamientos fertilizantes.....	41
4.11 Porcentaje de potasio en plantas de 47 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	42
4.12 Porcentaje de potasio en plantas de 60 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	43
4.13 Porcentaje de calcio en plantas de 26 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	44
4.14 Porcentaje de calcio en plantas de 47 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	45
4.15 Porcentaje de calcio en plantas de 60 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	46
4.16 Porcentaje de magnesio en plantas de 26 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	47
4.17 Porcentaje de magnesio en plantas de 47 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	48
4.18 Porcentaje de magnesio en plantas de 60 días, bajo distintos tratamientos fertilizantes.....	49
4.19 Relación entre los tratamientos y la extracción de nitrógeno en los cuatro cortes; en kg/ha.....	50
4.20 Relación entre los tratamientos y la extracción relativa de nitrógeno en los cuatro cortes.....	51
4.21 Relación entre los tratamientos y la extracción de fósforo en los cuatro cortes; en kg/ha.....	52

	Pag.
4.22 Relación entre los tratamientos y la extracción relativa de fósforo en los cuatro cortes.....	53
4.23 Registro de altura de plantas.....	54
4.24 Distribución de raíces en base a peso seco para tres profundi- dades.....	55
4.25 Porcentaje de nitrógeno orgánico en el suelo en parcelas asig- nadas a cada tratamiento.....	56
4.26 Contenido de fósforo aprovechable en el suelo en parcelas asig- nadas a cada tratamiento; en ppm (método Olsen).....	57
4.27 Contenido de potasio en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento; en ppm.....	58
4.28 Contenido de magnesio en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento en pp.....	59
4.29 Reacción química del suelo (pH) en parcelas asignadas a cada tratamiento; relación suelo-agua 1:2.....	60
4.30 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa (DMS) para la relación de los efectos de los tratamientos sobre la producción total de materia seca. Datos del cuadro 4.3.....	61
4.31 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa (DMS) para la relación entre los tratamientos y la concentración de nitrógeno en la planta. Datos del cuadro 4.4.....	62
4.32 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa (DMS) para la relación entre los tratamientos y la concentración de nitrógeno en la planta. Datos del cuadro 4.5.....	63

	Pag.
4.33 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa (DMS) para la relación entre los tratamientos y la concentración de nitrógeno en la planta, Datos del cuadro 4.6,.....	64
5.1 Relación entre el carbono fijado por el cultivo con el nitró- geno y el fósforo extraídos.....	80
5.2 Cálculo de las utilidades producidas por el abono fosforado; en Bs/ha.....	89

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pag.
1.1 Programa Guanare Masparro, área a desarrollar en los Edos. Barinas y Portuguesa,.....	2
2.1 Esquema que muestra la interrelación de los factores que intervienen en el modelo agrofísico.....	12
3.1 Ensayo de fertilidad en sorgo, distribución de bloques y tratamientos.....	24
3.2 Disposición de las hileras en cada parcela.....	24
3.3 Determinación de alturas en plantas, con una plancha de anime..	28
3.4 Forma de extracción de raíces.....	28
5.1 Valores medios y desviación típica de la producción de materia seca, para diferentes tratamientos con nitrógeno.....	66
5.2 Valores medios y desviación típica de la producción de materia seca, para diferentes tratamientos con fósforo.....	66
5.3 al 6. Crecimiento relativo de la materia seca y la altura para diferentes tratamientos con nitrógeno y fósforo.....	70
5.7 al 10 Crecimiento relativo de la materia seca y altura para diferentes tratamientos con nitrógeno y fósforo.....	71
5.11 al 13. Crecimiento relativo de la materia seca y altura para diferentes tratamientos con nitrógeno y fósforo.....	72
5.14 Valor medio y desviación típica de la materia seca y altura relativa, para diferentes períodos del desarrollo de la planta...	73
5.15 Media y desviación típica de la extracción relativa de nitrógeno en diferentes oportunidades.....	73

Figura	Pag.
5.16 Media y desviación típica de la extracción relativa de fósforo en diferentes oportunidades.....	74
5.17 Crecimiento y extracción relativa de nutrientes en función del tiempo.....	74
5.18 Relación entre altura y extracción de nitrógeno.....	76
5.19 Muestra la anticipación en la absorción de nitrógeno, con relación a la producción de la materia seca.....	76
5.20 Relación entre dosis y extracción de nitrógeno. e_n , eficiencia de aplicación del nutriente en forma de urea.....	78
5.21 Relación entre el fósforo aplicado y el soluble en el suelo, determinado por el método de Olsen.....	82
5.22 Fósforo soluble, determinado por el método de Olsen, en relación con el extraído por la planta.....	84
5.23 Utilidad producida por la diferencia entre el costo y el ingreso adicional, al aplicar fertilizante nitrogenado en forma de urea.	88

ANEXO

Números	Pag.
1 Datos climáticos de la Estación Meteorológica Río Boconó, tabulados en promedios semanales, durante el período de desarrollo del cultivo.....	94
2 Morfología del perfil de observación, en la calicata del Campo Experimental 2A-96.....	95
3.1 Análisis de suelo del Campo Experimental, realizados antes de localizar el ensayo.....	98
3.2 Contenido promedio de nitratos, por bloques y a dos profundidades, muestras tomadas al establecer el ensayo.....	100
4 Coeficiente de regresión múltiple cuadrática para la producción de materia seca respecto de la dosis de nitrógeno y fósforo, correspondiente al 4to. corte, 90 días.....	101
5 Coeficiente de regresión múltiple lineal, idem.....	102
6 Coeficiente de regresión simple lineal, para la producción de materia seca, respecto de la dosis de nitrógeno, a los 90 días..	103
7 Coeficiente de regresión simple lineal para la producción de materia seca, respecto de la dosis de fósforo, a los 90 días....	104
8 Coeficiente de regresión múltiple cuadrático para la producción de materia seca, respecto del contenido en porcentaje de de nitrógeno y fósforo en la planta, a los 47 días.....	105
9 Coeficiente de regresión múltiple lineal, idem.....	106
10 Coeficiente de regresión múltiple cuadrática para la producción de materia seca, respecto del contenido en porcentaje de nitrógeno y fósforo en la planta, a los 26 días.....	107
11 Coeficiente de regresión múltiple lineal, idem.....	108
12 Coeficiente de regresión simple lineal, para la producción de materia seca, respecto del contenido en porcentaje de fósforo en la planta a los 26 días.....	109
13 Coeficiente de regresión simple lineal, para la producción de materia seca, respecto del contenido en porcentaje de nitrógeno en la planta, a los 26 días	110

SINOPSIS

Con el fin de obtener información básica sobre la respuesta del sorgo a la fertilización en áreas bajo riego, se realizó el presente trabajo en el Estado Barinas.

Los resultados demuestran una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada, y poco clara a la aplicación de fósforo. Se establecieron una serie de relaciones entre la producción de materia seca, extracción de nitrógeno, fósforo y altura de plantas. Se ajustaron las fórmulas agrofísicas para la estimación de las dosis de nitrógeno y fósforo.

CAPITULO I

INTRODUCCION

FUNDAMENTACION

En los llanos Occidentales de los Estados Portuguesa y Barinas de Venezuela, existen zonas de regadío con gran potencial para la expansión agrícola. En particular, en la región Guanare-Masparro se adelantan estudios y experiencias tendientes a implantar una agricultura más productiva y diversificada que aproveche con eficiencia los recursos hidráulicos allí desarrollados (MOP, 1976). El programa Guanare-Masparro cubre un área a desarrollar de -- 950000 ha, siendo destinadas a la agricultura unas 300000. Fig. 1.1. La superficie regable hasta el momento, es de 7200 ha, en el Edo. Barinas y 7700 en el estado Portuguesa. Está previsto el desarrollo de otros sistemas de riego que permitirán aprovechar intensivamente el recurso tierra en la época de sequía, que abarca un período de 4 a 5 meses.

El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras , CIDIAT, ha comprometido su asistencia técnica con organismos oficiales, y a tal efecto ha formulado un plan de investigación en esa región, que comprende varios cultivos. Entre los de interés y reciente introducción en el país para su explotación comercial figura el sorgo (*Sorghum vulgare*) que ha tomado importancia mundial a partir de la Segunda Guerra.

Según Kramer (1969), los distintos tipos de sorgo están en el tercer lugar como grano alimenticio y un 75% de la producción mundial es consumida

PROGRAMA GUANARE-MASPARRO
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

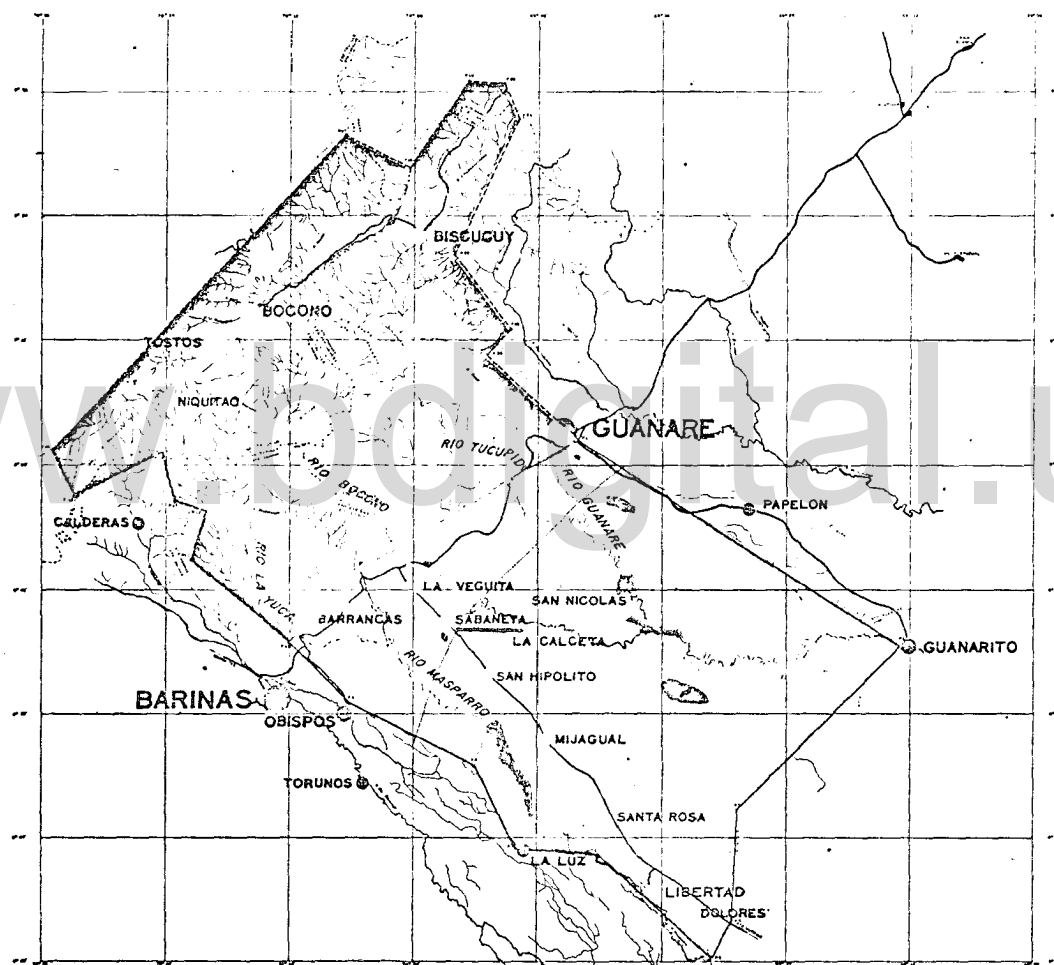


Figura 1.1: Programa Guanare-Masparro (Dirección General de Recursos Hidráulicos MOP).

por seres humanos. En regiones de la India, Africa y China, el sorgo constituye el 70% del total de las calorías y provee buena parte de las proteínas. El valor energético es de unas 2500 cal/kg y el contenido de proteínas varía del 12% al 7.5%, es decir, valores muy semejantes al del maíz y el trigo.

Para la alimentación humana, la principal forma es en harinas, cuya molienda y preparación cambia según el tipo de sorgo. En bebidas se utiliza como sustituto de otras maltas, producidas con semillas brotadas. Del llamado sorgo dulce se extraen azúcares para elaborar jarabes y dulces. El almidón y el alcohol son otros de los productos de importancia comercial, cuya calidad varía con el tipo de sorgo y proceso de elaboración. Tiene además diversos usos en la industria de la construcción como aislante y adhesivo, así como aditivo en arena de moldeo. Uno de los usos más conocidos es para el engorde de animales rumiantes, en forma de molido, aplastado seco o mojado, en copos o en granulado, también reconstituido, con humedad de 25 a 30% almacenado en cámara durante 20 días, etc. El principal uso en Venezuela es para engorde de aves.

En el país, la superficie cultivada en el año 1964 era de 985 has ; hasta el año 1973 no pasó de 9000 ha, pero en 1974 llegó a 28394 ha. El rendimiento por hectárea ha disminuido en los últimos años. En el período 1964-70, (MAC, 1974). El mayor rendimiento entre 1964 y 1970 se ha debido, según se deduce de la información suministrada por Rodrigo y Serrano (1968), a que se hacía con carácter comercial-experimental, en condiciones especiales de manejo. La Compañía Purina de Venezuela comenzó su Programa de Sorgo Granero,

realizando estudios agroeconómicos en ocho Estados. En 1966, Purina y el Banco Agrícola y Pecuario - BAP - mediante acuerdo, financiaron la mayor parte del área cultivada. La brusca expansión y la insuficiente investigación de - terminaron posteriormente la baja en los rendimientos.

Según el BAP (1968), la estimación del mercado de sorgo granero en ese año, era de 200 mil toneladas, y la producción alcanzó sólo a 22 mil toneladas, (MAC 1974). El consumo estimado por el BAP equivalía a la cantidad de trigo que se importaba para alimento concentrado. Dicha institución previó - el aumento de producción incrementando el rendimiento por hectárea en áreas de riego, tomando en cuenta la experiencia mejicana y de los EE.UU., donde se logran 6000-8000 kg/ha en zonas áridas regadas.

En Venezuela, la mayor parte de los trabajos de investigación agrónomica en sorgo se ha hecho en áreas de secano. Las perspectivas en cuanto a rendimiento son buenas; según los ensayos del Proyecto Monaca, se esperaba - llegar a producir hasta 4500 kg/ha con una fertilización y manejo adecuados. (Nelson, 1967).

Rodrigo y Serrano (1968), informa de producciones de 4000 a 7000 -- kg/ha de grano en períodos de lluvias, en los Estados Miranda, Portuguesa y Barinas, en los años 1966 y 1967, en siembras comerciales efectuadas por la Compañía Purina. En áreas bajo riego de Coro, Estado de Falcón, el autor mencionado registró rendimientos de 14000 kg/ha, cuando de la misma planta se efectuaron cuatro cortes.

Objetivos

Por el interés e importancia que reviste este cultivo y la región mencionada, para la agricultura del país, se condujo una experiencia agronómica con el propósito de:

1. Establecer la respuesta del sorgo a la aplicación de fertilizantes en áreas regadas del Estado Barinas;
2. Obtener información edafológica y agronómica adicional para interpretar esa respuesta y;
3. Desarrollar una fórmula de predicción en base a la información y resultados obtenidos, para orientar y ajustar en el futuro la recomendación de fertilizantes a condiciones relativamente diferentes de clima y/o suelo.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFIA

El uso de fertilizantes para asegurar, aumentar o mantener la producción; mejorar la calidad de los cultivos y conservar los suelos, es una técnica indispensable en toda explotación agrícola moderna.

La relación entre el uso de fertilizantes y el índice de producción de los cultivos en varios países del mundo confirman lo antedicho, (Tisdale y Nelson, 1966). Los índices más altos corresponden a países industrializados de Europa y algunos de Asia, donde desde hace muchos años no es posible incorporar nuevas tierras y las disponibles ya no conservan su fertilidad natural. El aumento de la producción en estos países ha sido posible con la adopción sistemática del abonado mineral, junto con la utilización de nuevas maquinarias, el riego y el mejoramiento genético de las especies cultivadas.

La problemática de la fertilidad de un suelo comprende, principalmente, la especificación del tipo de nutriente, y la dosis y forma de aplicación para un determinado suelo, cultivo y condición climática. Ello debe hacerse de modo que resulte rentable; que no produzca deterioro del suelo, (Voisin, 1970); que no contamine el ambiente, (Mc Carthy, 1974; Espinoza y Cubillos, 1976); que produzca un cultivo de calidad biológica adecuada, (Bussel, 1959; Baeyens, 1970), y que se ajuste a las condiciones socioeconómicas en que se desenvuelve la agricultura (Losada Aldana, 1972; NU, 1966; Sánchez 1972).

La determinación del tipo de elemento fertilizante deficitario requiere el empleo de técnicas de diagnóstico de las cuales hay diversas modalidades a) análisis químicos de suelo; b) extracción microbiológica y d) síntomas visuales (Jackson, 1964; Fried y Dean, 1952; Mitscherlich, 1930; Bray, 1948; Amir y Aphart, 1971; Mehlich, 1934; Sackett y Steward, 1931; Wallace, 1961):

Entre esas técnicas se destaca el análisis de tierra por su versatilidad, rapidez y economía. En la actualidad existen numerosos métodos de extracción química para el análisis de los distintos nutrientes, que tienen una probada correlación con la respuesta de los cultivos a la fertilización (Jackson, - 1964; Chapman, 1961; López Rita, 1972). En general, se emplean estos métodos ya probados, aún cuando frecuentemente requieren ligeras modificaciones, para adaptarlos mejor a suelos, cultivos y climas particulares. Existen otras técnicas de análisis de suelo menos difundidas que las de extracción por solventes selectivos, como las que usan resinas intercambiadoras, isótopos radioactivos y rayos X (Black, 1975; Chapman, 1961).

El análisis de tierra tiene la ventaja de diagnosticar con antelación a la siembra, el estado nutricional de varios de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Tiene la desventaja de ser un método indirecto, en que debe ser demostrada previamente una correlación entre sus valores y la reacción de las plantas al abonado. Si además consigue calibrarse, es decir, ajustar sus valores al grado de respuesta, el análisis químico es un técnica práctica y económico para estimar la clase y magnitud de la deficiencia mineral del suelo. Es el procedimiento más empleado por los servicios de asisten-

cia técnica en Norteamérica, en países europeos y otros continentes. En cada caso, sin embargo, los valores analíticos son interpretados cuidadosamente de acuerdo a las experiencias y condiciones locales en que se desarrollan los cultivos.

Las raíces son las encargadas, casi exclusivamente, de la absorción de nutrientes que van a formar parte del tejido vegetal. Por eso ellos tienen que estar disponibles en el suelo en cantidades tales que sean suficientes para el requerimiento de los cultivos y mantengan entre sí una relación que impida la competencia en la absorción y aseguren el equilibrio nutricional. Los mecanismos que determinan el requerimiento total mineral, la competencia o la sustitución parcial de elementos esenciales son complejos y variados. Ellos dependen de las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo (clima y suelo) y caracteres genéticos. De aquí la importancia de la fertilidad del suelo en la producción y, al mismo tiempo, la necesidad de interpretar los requerimientos y efectos del abonado con una visión integral de los factores que determinan el crecimiento vegetal.

El pronóstico de la fertilización, es decir, la determinación de la dosis, modo y oportunidad de aplicación de abonos plantea interrogantes normalmente más difíciles de resolver que el establecimiento del diagnóstico de la fertilidad. En este sentido, los procedimientos para estimar las necesidades de abono pueden clasificarse en tres grupos: a) experimentales; b) semiempíricos y c) agrofísicos.

El primero de estos es el más frecuente. Consiste en ensayar directamente en el campo varios tipos, dosis y formas de aplicación, y estudiar la respuesta del cultivo. Así, por inducción directa se conocen las necesidades de abonos en el sitio y condiciones donde se plantea el problema. Sus resultados son variables, según actúen factores incontrolables del clima y suelo, u otros factores que, aunque controlables, son difíciles de manejar en el campo, como plagas, enfermedades y malezas. Por eso se requiere normalmente repetirlos durante varias temporadas para obtener una estimación confiable. El desarrollo de métodos estadísticos apropiados, ha permitido analizar y comprender mejor las diferentes causas de variación, dando una base más objetiva a la interpretación. No existe una metodología para cada caso, pero si hay recomendaciones generales (Letelier, 1969). Los tipos de ensayo a campo varían según la exactitud requerida y los recursos dispobles; desde la aplicación de diseños estadísticos complicados, con una perfecta planificación de los tratamientos, parcelas y ubicación de los mismos, hasta los simples ensayos de una sola parcela (Hardy, 1970). El reconocimiento de la influencia simultánea de diversos factores climáticos, fitotécnicos, edafológicos, etc., en el grado de respuesta - del cultivo al abonado, ha estimulado el desarrollo de modelos estadísticos complejos basados en regresiones múltiples (Gandarillas, 1969; Hanway, 1967). En definitiva, estos procedimientos experimentales pretenden establecer las probabilidades de respuesta a la fertilización.

Las experiencias de este tipo en sorgo en Venezuela, no son abundantes. Pueden citarse las siguientes: en la serie Algodonal de los Llanos Occidentales, los ensayos de Martínez (1974) señalaron importantes rendimientos con do-

sis de 80 kg/ha, de nitrógeno y 60 kg/ha, de K_2O . En la serie Guanare, no se obtuvo efectos positivos con fósforo y potasio, pero sí con nitrógeno en dosis de 40 kg/ha. En este caso, el incremento fue de 44% de producción. El rendimiento en esa zona, según Rodrigo y Serrano (1968), es de 3000 a 4000 kg/ha, en el primer corte, durante los meses de lluvia. En el Oriente del país se han encontrado respuestas económicas en el rendimiento, con dosis de hasta 80 kg/ha, de nitrógeno y 30 a 40 kg/ha, de fósforo, no detectándose efectos por la aplicación de potasio (Sánchez, 1969; Salazar, 1975). Avilán R., Rodríguez B, y Zambrano R., (1972), realizaron ensayos en la serie de suelos Maracay, obteniendo los mejores rendimientos con la fórmula 80 kg de nitrógeno, 40 kg de P_2O_5 y 40 kg de K_2O por hectárea. La producción promedio alcanzada por ellos fue de 4175 kg/ha.

En los procedimientos semi-empíricos, se utiliza la información de los ensayos de campo para obtener el valor de parámetros de fórmulas generales que describan la relación entre la magnitud de la respuesta al abonado del cultivo y la dosis de aplicación. Entre éstos se destacan las técnicas de Mitscherlich (Guitian Ojea, 1964), y el método de Willcox (Bear, 1969). Estos procedimientos pretenden generalizar los resultados de las experiencias de abono para hacerlas extensibles en el futuro a otras situaciones. La mayor crítica que han recibido estos procedimientos se refieren a la presunción de constancia de dichos parámetros para diferentes condiciones ambientales y genéticas (Tisdale y Nelsón, 1966; Malavola, 1967).

En el procedimiento agrofísico propuesto por Norero (1974), se intenta

interpretar agroecológicamente las necesidades de abonos de acuerdo al potencial de crecimiento del cultivo que ofrece el particular ámbito agrícola, a la demanda nutricional que ese crecimiento impone, al grado de suplencia de los elementos limitantes en el suelo, al grado de aprovechamiento que el cultivo hace del abono, y a la relación entre el costo de aplicar los abonos y el beneficio obtenible por el aumento de cosecha. No considera la influencia de la fertilización en la calidad biológica del producto en los efectos contaminantes de los abonos.

El siguiente esquema simplificado muestra los factores que se consideran en el modelo agrofísico. Las fórmulas (1) y (2) para calcular las dosis de fósforo y nitrógeno, sintetizan el efecto del ambiente agroecológico a través de una serie de parámetros cuyos valores se estiman por medio de las muestras proporcionadas por los ensayos a campo. (Fig. 2.1).

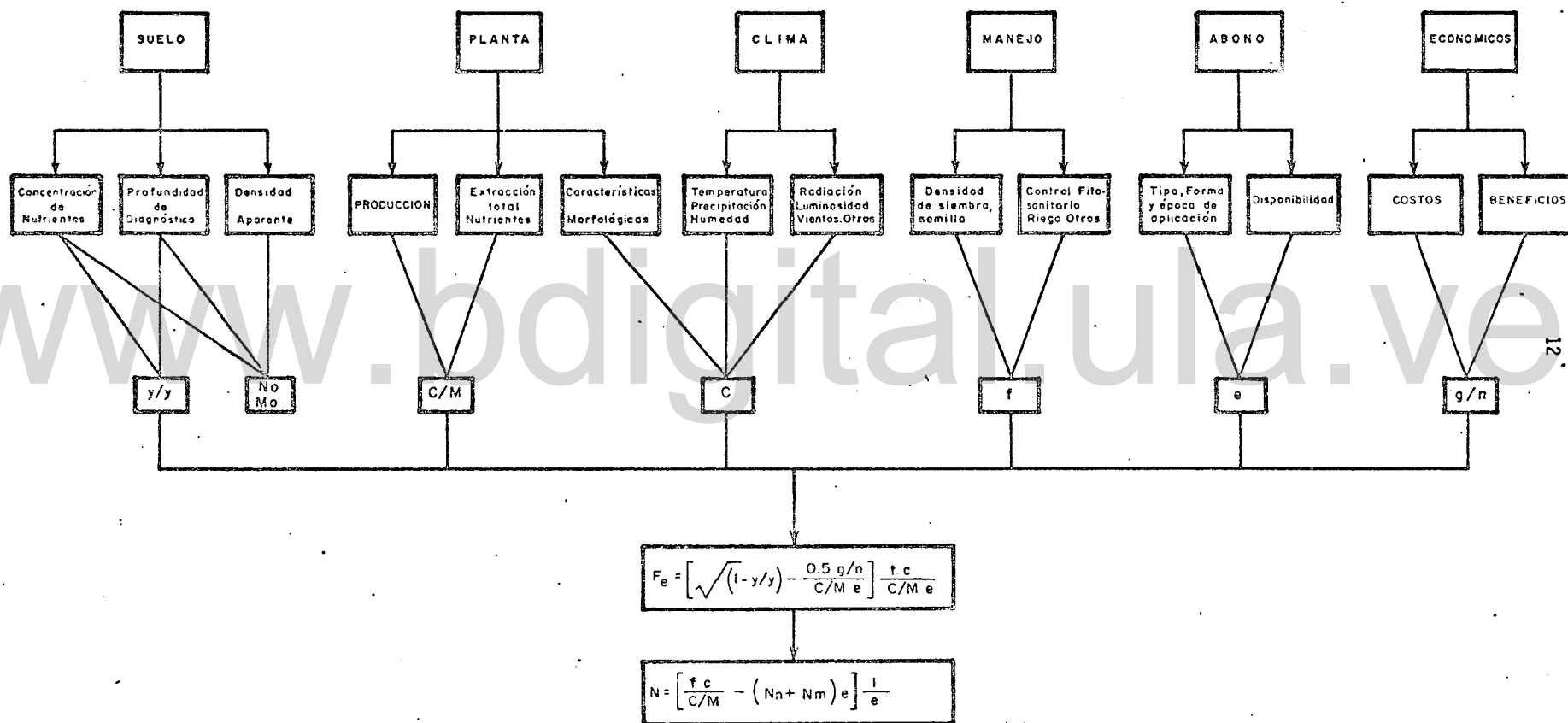


Figura 2.1: Esquema que muestra la interrelación de los factores que intervienen en el modelo agrofísico.

CAPITULO III

METODO

Localidad y época

El ensayo se condujo entre el 1 de febrero y el 30 de abril de 1976. - Fue ubicado en el Estado de Barinas, localidad Sabaneta, en el Sistema de Riego Río Boconó - Tucupido, dentro del campo experimental secundario 2A-96 de la Estación Edafotécnica Occidental del Ministerio de Obras Públicas. Dicho Campo se encuentra en la margen derecha del canal, entre las progresivas 13 + -- 864,11 (norte) y 14 + 304,97 (sur) entre las coordenadas S1 + 140,50 y W3 + - 406,25.

La elevación promedio del área es de 145 msnm. Con una topografía plana cuya pendiente general es de 0,2% en el sentido NS-EW. La vegetación natural es el bosque pluvial veranero, con especies hidrofítica-. Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones depositados entre los ríos Boconó y Masparro, durante el Cuaternario. Los más antiguos, posiblemente a finales de Pleistoceno, y los más recientes durante el Holoceno (Fuentes, 1967; Schargel, 1972).

Por sus características ecológicas y según la clasificación de Hóldridge, el área está comprendida dentro del Bosque Seco Tropical (Ewel, 1968).

Según el Informe Interpretativo de Suelos de la Zona Guanare-Masparro, realizado por el MOP, los suelos donde se desarrolló el ensayo pertenecen a la serie Méndez, cuya clasificación general es la siguiente: orden Inceptisol; - sub-orden Aquept; gran-grupo Tropaquept; sub-grupo Typic Tropaquept; arcillosa,

mixta, no ácida, isohipertérmica, (Quinteros, 1974).

La descripción del perfil del suelo de la parcela del campo experimental (García, 1976), y los datos climáticos registrados durante los meses de enero a abril, en la Estación 1 B - 26, del Sector del Río Boconó, distante 7 km del lugar del ensayo, aparecen en el anexo 1 y 2.

Cultivo

Sorgo Granero (*Sorghum vulgare*), familia Graminae, tribu Andropogoneae, variedad Pionner 8417.

Sus características morfológicas, que también se manifestaron en este ensayo, son las siguientes: altura 70 - 80 cm; diámetro del tallo de 1 - 2 cm; número de hojas 9 por planta; la inflorescencia es en panoja ovalada, semidensa; el grano de color castaño-rojizo, en número potencial de 2300 , por panoja, pesa unos 30 mg. cada uno. Su ciclo vegetativo, hasta la salida de la panoja, se cumple aproximadamente en 45 días, con variación de más o menos 7 días, según la dosis, tipo de fertilizante y manejo del cultivo. Necesita de otros - 45 días para el llenado del grano. Es decir, en 90 - 100 días se cumple su ciclo, estando incluido dentro del grupo de sorgos de madurez temprana o precoz.

Posología

Tratamientos y abonos

Se escogieron dos series de tratamientos, una para estudiar la respues

ta al abono nitrogenado, en forma de urea, y otra, al fosforado, en forma de superfosfato triple.

CUADRO 3.1. Cantidad de urea, superfosfato triple (S.F.T) y sulfato de potasio (S,P) para cada tratamiento, expresados en kg/ha.

Tratamientos	N	P	K	Urea (45% N)	S.F.T (48% P ₂ O ₅)	S.P (50% K ₂ O)
1	0	0	0	0,0	0,0	120
2	0	0	60	0,0	0,0	120
3	120	0	60	266,7	0,0	120
4	120	40	60	266,7	83,3	120
5(recomen dación estimada)	120	80	60	266,7	166,7	120
6	120	120	60	266,7	250,0	120
7	120	160	60	266,7	333,3	120
8	0	80	60	0,0	166,7	120
9	40	80	60	88,9	166,7	120
10	80	80	60	177,8	166,7	120
11	160	80	60	355,6	166,7	120

Dosis y tipo

Las cantidades y clases necesarias de fertilizantes se estimaron en base a parámetros del cultivo y a los análisis del suelo (Anexo 3), según las relaciones siguientes: (Norero 1974).

Fórmulas para el cálculo de fósforo y potasio,

$$F_e = \left[(\sqrt{1 - y/Y} - \frac{0.5(g/n)}{(C/M)_e}) \frac{fC}{(C/M)_e} \right]$$

En la cual:

F_e es la dosis económicamente recomendable del elemento fertilizante (P,K) en kilos por hectárea.

y/Y , es el índice de fertilidad (o producción relativa) el cual se obtiene gráficamente con el valor analítico relativo del nutriente (Norero 1974).

g/n , es la relación costo/beneficio del abonado, (Norero 1974).

C/M , es la relación fisiológicamente adecuada entre el carbono total del cultivo y el elemento mineral fertilizante, (Norero 1975a).

e , es la eficiencia de los abonos, (Norero 1974); si se aplican según la guía (Norero 1970).

f , es el factor de restricción de la producción potencial, por causas ajenas a los elementos fertilizantes ensayados.

C , es la cantidad de carbono fijable por el cultivo, durante todo su desarrollo. Se considera que éste es el 45% de la masa vegetal seca total del cultivo esperada, al resolverse el problema de fertilidad.

Detalle de la estimación de fósforo

Para los fines de establecer el ensayo se empleó la fórmula para obtener el máximo fisiológico, F , en kg/ha.

$$F = (\sqrt{1 - y/Y}) \left(\frac{fC}{C/M e} \right)$$

1. Cantidad de fósforo en la zona de diagnóstico, fijada en 0.25 m., mediante el promedio ponderado de los datos de los análisis de suelo, anexo 3, se calculó el fósforo soluble:

0 - 20 cm	4.98 ppm
20 - 25 cm	0.45 ppm
total	5.43 ppm

2. Concentración relativa, para un valor óptimo estimado de 17 ppm.

$$\frac{Q_s}{Q_o} = \frac{5.43}{17.0} = 0.32$$

3. Índice de fertilidad, determinado gráficamente:

$$y/Y = 0.72$$

4. Carbono total fijado por una cosecha estimada de 4000 kg grano/ha

Asumiendo: a) grano/biomasa = 0.44

b) carbono fijado: C = biomasa. 0.45

$$C = \frac{4000 \cdot 0.45}{0.44} = 4090 \text{ kg C/ha}$$

5. Cálculo de la necesidad de fósforo para obtener el óptimo fisiológico, se asumió:

- a) Una eficiencia del abono superfosfato, $e = 0.15$ siguiendo las especificaciones del caso;
- b) relación fisiológica C/N = 167, valor tabulado;
- c) factor de restricción a la producción potencial, $f = 1$

$$F = (\sqrt{1-0.72}) \frac{4090}{167 \cdot 0.15} = 86.40 \text{ kg/ha}$$

Con este cálculo previo y aproximado de los requerimientos en fósforo, se pudo establecer que:

- a) El fósforo se presentaba como elemento moderadamente limitante, estimándose que sería suficiente 80 kg P/ha para resolver el problema. Se escogió esta cantidad como valor medio de la serie de tratamientos fosforados para tener una variación lo suficientemente amplia para evaluar la exactitud de esta predicción. Además esta dosis se empleó como base de la serie de tratamientos nitrogenados para eliminar el fósforo como elemento restrictivo, a la respuesta del nitrógeno.
- b) El potasio no aparecía como elemento restrictivo de la producción. El índice de fertilidad era de 92%, Sin embargo, para prevenir interpretaciones erróneas basadas en ese cálculo estimativo se efectuó una aplicación basal a razón de 120 kg K_2O /ha, en forma de sulfato de potasio.

Fórmula para el cálculo de nitrógeno

Considerando una respuesta de tipo lineal, según Norero (1976).

$$N = \left(\frac{fC}{C/M} - (N_o + N_m) \right) e \frac{1}{e} =$$

donde:

N , es el nitrógeno a aplicar en la fertilización, kg/ha;

f , C , C/M tienen el mismo significado que para el cálculo de fósforo;

N_o , nitratos presentes en el suelo, kg/ha

N_m , nitrógeno mineralizable en el suelo, en la zona de enraizamiento,
en kg/ha:

$$N_m = 0.0085 \text{ THR. } N_i \cdot t$$

T, H, R , son factores dependientes de la temperatura y humedad promedio del suelo de la reacción durante el desarrollo del cultivo, correspondientes a la zona de enraizamiento, (Norero, 1975).

N_i , es el nitrógeno orgánico en la zona de enraizamiento, en kg/ha;

t , es el tiempo que se absorbe el nitrógeno mineralizable, en meses;

e , es la eficiencia que se absorbe el nitrógeno del suelo y el fertilizante.

Detalle de estimación de nitrógeno.

1. Porcentaje de nitrógeno orgánico en la zona de diagnóstico, 0.25 m.
Ponderando los datos del análisis de suelo, (anexo 3.1, para la profundidad establecida:

0 - 20 cm	0.114% de nitrógeno
20 - 25 cm	<u>0.017%</u> de nitrógeno
total	0.131% de nitrógeno

0 sea, que en una tonelada de suelo contiene 1.31 kg de nitrógeno orgánico.

2. Toneladas de suelo por hectárea Ts:

$$Ts = d.S.D$$

Para, profundidad del suelo, $d = 0.25$ m; superficie de una hectárea , $S = 10^4$ m²; D, densidad promedio del suelo, tomada de los datos de la calicata de la serie Méndez, (Fuentes, 1967), y de los determinados por García (1976), en el lugar del ensayo; $D = 1.67$ g/cm³ o ton/m³.

$$Ts = 0.25 \text{ m } 10 \text{ m } 1.67 \text{ ton/m}^3 = 4175 \frac{\text{ton. suelo}}{\text{ha}}$$

3. Toneladas de nitrógeno orgánico en el suelo.

$$N_1 = 1.31 (4175) = 5469 \text{ kg N/ha}$$

4. Nitrógeno mineralizado en el período de desarrollo del cultivo, corregido por temperatura, humedad y reacción del suelo.

$$N_m = 0.0085 \text{ THR } N_i \cdot t$$

para:

$$T = 28^\circ\text{C} \dots\dots\dots 0.46$$

$$R = 6.7 \dots\dots\dots 0.93 \text{ (pH de la zona de diagnóstico)}$$

$$H = 56\% \dots\dots\dots 0.90 \text{ (humedad mantenida mediante riegos)}$$

$$t = 3 \text{ meses}$$

$$N_m = 0.0085(0.46)(0.93)(0.90)(5469)(3) = 53.70 \text{ kg N/ha}$$

5. Nitratos determinados analíticamente, (anexo 3.7), ponderando para 0.25 m de profundidad de suelo, y para una densidad de 1.67 ton/m^3

$$N_o = 50.22 \text{ kg NO}_3/\text{ha}$$

6. Estimación del nitrógeno extraído por el cultivo, N_{ext} , para producir una cosecha de 4000 kg de grano/ha.

$$N_{\text{ext}} = \frac{f \cdot C}{C/M}$$

$$f \cdot C = 4090 \text{ kg C/ha, ya calculado para el fósforo}$$

$$C/M = 30 \text{ valor tabulado}$$

$$N_{\text{ext}} = 136.33 \text{ kg N/ha}$$

7. Eficiencia adoptada, para una forma y época de aplicación determinada, según los valores tabulados:

$$e = 0.60$$

8. Nitrógeno a aplicar mediante fertilización para cubrir los requerimientos fisiológicos:

$$N = (136.33 - (50.22 + 53.70) 0.60) \frac{1}{0.60} = 123.30 \text{ kg N/ha.}$$

De este modo se estimó provisionalmente que 120 kg de nitrógeno y 80 kg de fósforo podrían resolver el déficit de fertilidad del suelo.

Forma y época de aplicación

La urea y el sulfato de potasio, mezclados al momento de su aplicación se esparcieron al voleo enterrándolos con una pasada de rastra de discos. El superfosfato triple se distribuyó en el surco de siembra, junto con la semilla, a una profundidad de 5 - 10 cm.

Diseño Experimental

El diseño fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las parcelas de 4 m x 6 m, cubrían una superficie cultivada de 1056 m². La superficie total ocupada por el ensayo, incluyendo separaciones entre bloques y acequias de riego, era de 1980 m². La distribución de los bloques y trata-

mientos se detallan en el plano (Fig. 3.1).

Manejo

1. Preparación del suelo, la preparación para la siembra, se hizo con seis pasadas de rastra de disco. Tres, un mes antes de establecer el ensayo, dos, antes de la aplicación de la urea-sulfato de potasio y la sexta, para enterrar la mezcla. La aplicación de estos abonos se hizo a mano. Posteriormente no se efectuó otro laboreo del suelo.
2. Siembra: se sembró en plano, con hileras separadas 0.50 m. Cada parcela tuvo ocho hileras, con diversas finalidades (Fig. 3.2).
P: líneas de protección o separación, para aislar la influencia recíprocas entre tratamientos adyacentes. M: líneas para muestreo de plantas. C: líneas para cosechar granos y plantas.

La siembra se hizo a mano, a chorro corrido. A los catorce días se raleó dejando 7.5 cm entre plantas para conseguir una densidad de 260.000 plantas por hectárea.

3. Malezas: se aplicó Gesaprin 80, a razón de 3 kg/ha en 400 litros de agua, con asperjadora de espalda.

La aplicación al día siguiente de la siembra, después del primer riego, produjo un control muy efectivo, no siendo necesario otra aplicación de herbicida ni laboreo para eliminar malezas.

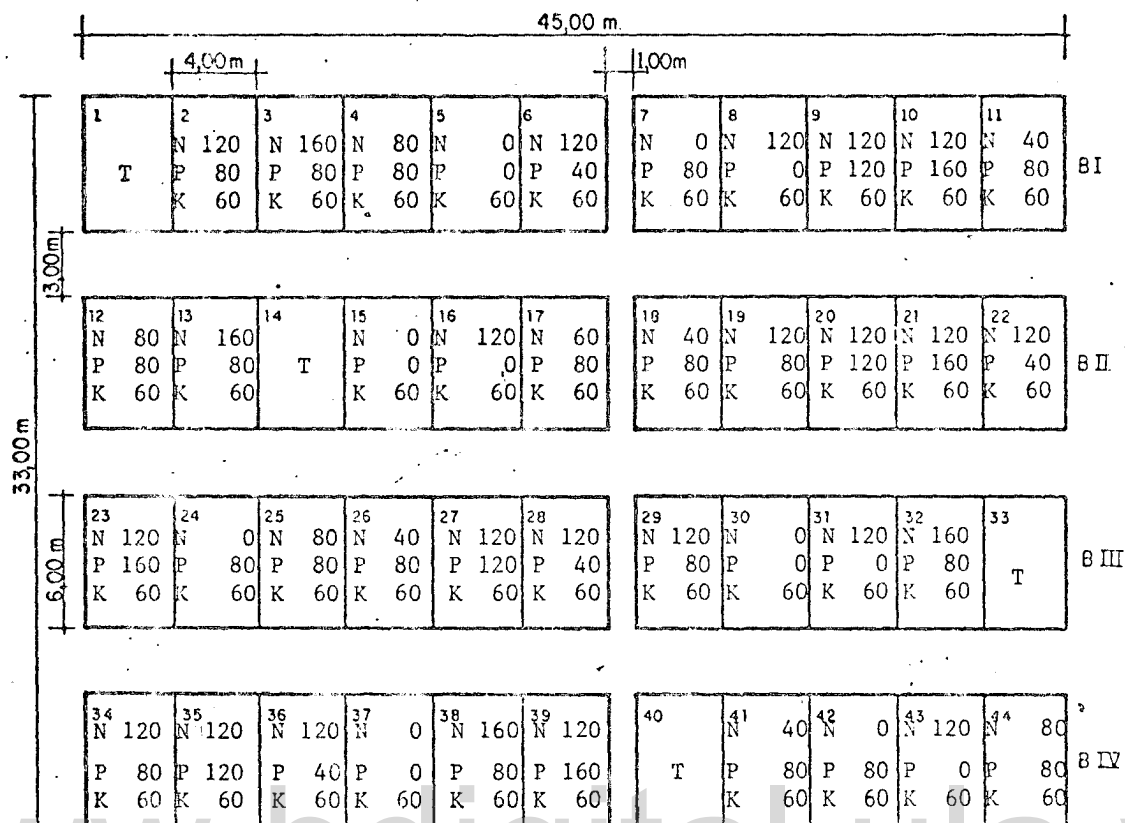


Figura N° 3.1 Ensayo de Fertilidad en sorgo, distribución de bloques y tratamientos

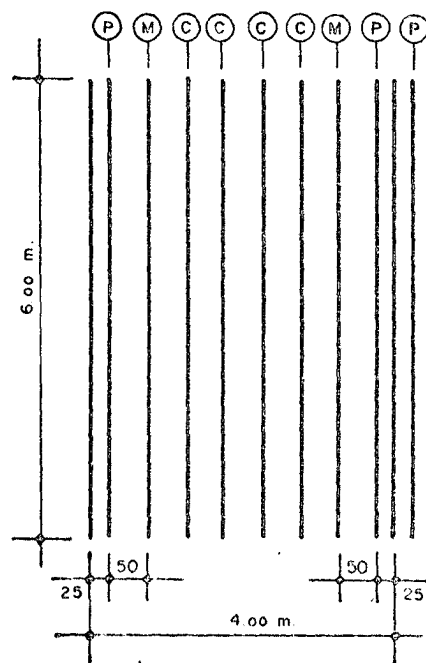


Figura 3.2: Disposición de las hileras en cada parcela.

4. Pestes y plagas, las semillas venían tratadas con Ceresan, producto mercurial, para evitar el ataque de hongos que la semilla pudiera traer o los existentes en el suelo. El control fue total no observándose ninguna planta dañada al momento de la germinación.

Por otra parte, fue necesario aplicar insecticidas varias veces, el resumen aparece en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.2. Aplicación de insecticidas durante el período del ensayo

Fecha	Insecticida	Dosis	Plaga	Observaciones
16-02-77	Basudin 2% dïasinon	2 cc/1 lit. de agua. 160 l. en 1056 m ²	Cogollero (Spodoptera frugiperda o Laphygma f)	Controlado
03-03-76	Idem	Idem	Idem	Controlado
12-03-76	Aldrin gra- nulado	12 kg/ha	Idem	Erradicado

5. Riegos: El riego se hizo por melgas, inundando consecutivamente los bloques, para lo cual se construyeron perfiles o bordes para separarlos. Se regó con la siguiente frecuencia:

Cuadro 3.3. Número de riegos y fechas

Nº de riegos	Fecha
1	30-01-76
2	05-02-76
3	12-02-76
4	19-02-76
5	06-03-76
6	16-03-76
7	27-03-76

OBSERVACIONES: Llovió 20 mm entre la 4ta. semana de febrero y 1ra. de marzo

Se consideró que estos riegos fueron apropiados para satisfacer completamente la demanda de agua del cultivo.

6. Pájaros: la llegada del "pájaro arrocero", se produjo a mediados de marzo. Este y otras especies del lugar no pudieron ser controlados, de tal manera que cuando los granos se encontraban en formación los perforaron, posibilitando el ataque de la fumagina cuya consecuencia fue la destrucción total de las panojas.

Mediciones

Se tomaron las mediciones necesarias para ajustar y precisar los pa-

rámetros de la fórmula de predicción de fertilizantes.

Mediciones fitotécnicas

1. Altura del cultivo, los registros fueron hechos en el bloque I, empleando una plancha de anime de 30 x 60 x 2 cm, la cual tenía una perforación en el centro para introducir una cinta métrica. En el suelo otra plancha del mismo material, igual grosor y de 20 x 20 cm., cumplía una función semejante, es decir, tener una representativa de la rugosidad del suelo, (Fig. 3.3).
2. Distribución de raíces en base a peso seco para tres profundidades. Se sacó un bloque de suelo de 50 x 15 cm, estando la planta al centro, de tal forma que quedara a una distancia media entre hileras y plantas contiguas, (Fig. 3.4), se midieron en los tratamientos 120 N - 120 P, (parcela 9), y 0 n - 0 P, (parcela 1).

Mediciones fitoquímicas

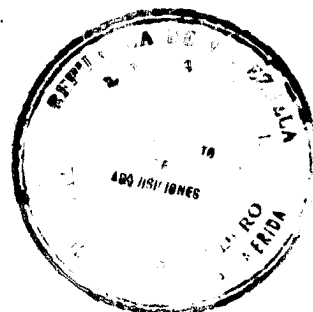
Los análisis de suelo y planta se realizaron en los Laboratorios de la Universidad de Los Andes, bajo la supervisión del Ing. Jorge Pereyra del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Las mediciones fitoquímicas se efectuaron, para los tres primeros cortes, en muestras de doce plantas por parcela, tomadas de a seis en cada hilera de muestreo. Para el cuarto, o sea a la cosecha, se cortaron las plantas de las hileras centrales hasta una longitud de ocho metros. Se pe-



A diagram illustrating the distribution of roots in a soil profile. A plant is shown with its roots extending into the soil. The soil is divided into layers, with the top layer labeled '0' and the bottom layer labeled '60 cms.'. The distance from the surface to the 60 cm layer is marked as '50 cms.'. The width of the soil profile is marked as '7.5 cms.'. The roots are shown extending from the surface down to the 60 cm layer.

Figura 3.4: Forma de extracción de raíces.



só el total de este corte, separando veinticuatro plantas que fueron pesadas nuevamente para su posterior secado y análisis.

En los cuatro cortes se midió la materia seca y su contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

El nitrógeno se analizó utilizando un aparato micro-Kjeldahl, según la técnica descrita por Muller, (Turrialba, 1961). En la cual para la digestión utiliza ácido sulfúrico y como catalizadores, sulfato de potasio, sulfato de cobre, selenito de sodio y óxido de mercurio. La destilación se realiza alcalinizando con hidróxido de sodio y se recolecta en ácido bórico. Se titula con ácido sulfúrico 0,025 N. Para el análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio se hizo una digestión húmeda con una mezcla de ácido nítrico-ácido perclórico al 60%, en una relación 5:1. El fósforo se determinó por colorimetría utilizando un aparato Electrophotometer II Fisher, con la técnica del molibdato de amonio perclórico y reducción con ácido amino naftol sulfónico. El potasio y calcio por espectrofotometría de emisión con un equipo Zeiss PF 5. El magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, con un equipo Perkin Elmer 303.

Mediciones edáficas:

Se hicieron análisis de suelo, previos a la localización del ensayo, de terminándose carbono orgánico, nitrógeno orgánico, nitratos, reacción del suelo (pH), fósforo, potasio, calcio, magnesio y salinidad.

Una vez instalado el ensayo se efectuaron análisis químicos de cada una

de las 44 parcelas. Se determinó carbono y nitrógeno orgánicos, fósforo y potasio aprovechables, magnesio, calcio y pH.

El nitrógeno del suelo se analizó con la misma técnica descrita para el nitrógeno de la planta. Para el fósforo se utilizó el método de Olsen, con los reductores molibdato clorhídrico y cloruro estanoso. Detectando la reacción con un fotolorímetro Klett Summerson. El potasio, calcio y magnesio se extrajo con acetato de amonio 1 N. Se determinó por emisión el potasio y el calcio y por absorción atómica el magnesio. La materia orgánica se analizó con el método de Walkey y Black. La reacción del suelo, en dilución 1:2 se midió con un equipo Metrohm E 396. La conductividad eléctrica con un conductímetro de Electronic Switchgear modelo MC 1 Mark V. La textura por el método de Bouyoucos clásico.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3, presentan los efectos de los tratamientos sobre la producción de materia seca, en distintas épocas de su desarrollo. Los cuadros 4.4 a 4.18 indican la concentración de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en la planta, para los diferentes tratamientos en distintos períodos. Los cuadros 4.19 a 4.22 muestran los efectos de los tratamientos sobre la extracción total y relativa de nitrógeno y fósforo en diferentes épocas. El cuadro 4.23, los registros de altura. Cuadro 4.24; la distribución de raíces.

Los cuadros 4.25 a 4.29 señalan los resultados del análisis de suelo para los fitonutrientes nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio y la reacción (pH).

Los cuadros 4.30 a 4.33 contienen los análisis de varianza, aplicados a los resultados de los cuadros 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6.

CUADRO N° 4.1. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca
a los 26 días, en kg/ha.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ kg/ha	Desvia ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	88.62	129.78	349.92	69.98	159.6	129
2	5-15-30-37	0	0	60	166.83	131.73	164.67	51.57	128.7	54
3	7-17-24-42	0	80	60	203.88	170.95	41.17	105.30	130.3	72
4	11-18-26-41	40	80	60	442.65	197.60	109.2	57.63	201.8	171
5	4-12-25-44	80	80	60	304.63	158.60	78.22	96.85	159.6	103
6	2-19-29-34	120	80	60	312.87	288.17	185.25	49.40	109.0	120
7	3-13-32-38	160	80	60	321.10	119.38	432.25	41.17	228.5	180
8	8-16-31-43	120	0	60	123.50	111.15	226.42	109.20	142.6	56
9	6-22-28-36	120	40	60	187.42	319.15	138.02	69.98	178.6	105
10	9-20-27-35	120	120	60	347.97	442.65	205.83	32.93	257.3	178
11	10-21-23-39	120	160	60	574.38	463.23	55.68	94.68	297.0	260
$\bar{X}$					279.40	230.22	180.60	70.79		
S					145	129	121	27		

/1 Referido a una población de 260.000 plantas por hectárea.

CUADRO 4.2. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca a los 47 días, en kg/ha.

N°	Parcela N°	Tratamiento			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ kg/ha	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	2106	1921	2976	1427	2108	646
2	5-15-30-37	0	0	60	2316	2472	1953	1163	1976	584
3	7-17-24-42	0	80	60	1478	2182	1698	1455	1703	337
4	11-18-26-41	40	80	60	4162	2198	1608	1741	2427	1184
5	4-12-25-44	80	80	60	2260	3955	2769	2787	2943	718
6	2-19-29-34	120	80	60	3099	2596	3079	1077	2463	953
7	3-13-32-38	160	80	60	4158	2019	4191	1577	2986	1384
8	8-16-31-43	120	0	60	2723	2972	2622	2258	2644	296
9	6-22-28-36	120	40	60	3960	3960	2894	1204	3005	1301
10	9-20-27-35	120	120	60	2242	4870	2497	1287	2724	1525
11	10-21-23-39	120	160	60	1431	3188	3407	2555	2645	886
$\bar{X}$					2721	2939	2699	1685		
S					1001	960	761	589		

CUADRO 4.3. Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca a los 90 días, en kg/ha.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ kg/ha	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	5098	5216	3284	2377	3994	1394
2	5-15-30-37	0	0	60	5103	5974	3664	3325	4517	1240
3	7-17-24-42	0	80	60	2683	5177	9269	2901	5008	3057
4	11-18-26-41	40	80	60	4983	3149	6016	4398	4637	1196
5	4-12-25-44	80	80	60	7148	7572	6963	3968	6413	1650
6	1-19-29-34	120	80	60	6376	7823	5312	6635	6537	1031
7	3-13-32-38	160	80	60	5817	7331	8183	6473	6951	1029
8	8-16-31-43	120	0	60	4390	7214	6551	5745	5975	1215
9	6-22-28-36	120	40	60	5146	6140	7581	6349	6304	1000
10	9-20-27-35	120	120	60	5960	6811	8685	7020	7119	1140
11	10-21-23-39	120	160	60	5413	8762	9241	7325	7685	1720
$\bar{X}$					5283	6470	6795	5138		
S					1147	1560	2076	1789		

CUADRO 4.4. Porcentaje de nitrógeno en plantas de 26 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ %	Desvia ción s
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	3.15	3.46	2.52	2.60	2.93	0.45
2	5-15-30-37	0	0	60	3.75	3.50	2.66	2.56	3.12	0.60
3	7-17-24-42	0	80	60	3.18	3.43	2.76	2.73	3.03	0.34
4	11-18-26-41	40	80	60	3.92	3.00	2.87	2.21	3.00	0.70
5	4-12-25-44	80	80	60	4.13	3.78	3.32	3.30	3.63	0.40
6	2-19-29-34	120	80	60	3.85	3.04	3.05	2.77	3.18	0.47
7	3-13-32-38	160	80	60	3.95	3.02	2.73	3.71	3.60	0.60
8	8-16-31-43	120	0	60	3.81	3.40	3.85	2.73	3.45	0.52
9	6-22-28-36	120	40	60	3.88	3.57	3.15	2.77	3.34	0.48
10	9-20-27-35	120	120	60	4.02	3.33	3.25	2.73	3.33	0.53
11	10-21-23-39	120	160	60	3.94	3.50	3.36	3.50	3.58	0.25
$\bar{X}$					3.78	3.46	3.05	2.87		
S					0.32	0.29	0.39	0.44		

CUADRO 4.5. Porcentaje de nitrógeno en plantas de 47 días con distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio	Desvia- ción s
		N	P	K	I	II	III	IV	$\bar{X}$ %	
1	1-14-33-40	0	0	0	1.60	1.75	1.20	1.35	1.48	0.25
2	5-15-30-37	0	0	60	1.75	1.75	1.35	1.75	1.65	0.20
3	7-17-24-42	0	80	60	1.26	1.25	2.25	1.85	1.65	0.49
4	11-18-26-41	40	80	60	1.82	1.20	1.65	1.20	1.47	0.32
5	4-12-25-44	80	80	60	2.21	2.20	1.90	1.62	1.98	0.28
6	2-19-29-34	120	80	60	2.10	1.95	1.50	2.45	2.00	0.39
7	3-13-32-38	160	80	60	2.00	2.45	2.10	1.85	2.10	0.25
8	8-16-31-43	120	0	60	2.10	2.48	1.95	1.20	1.93	0.54
9	6-22-28-36	120	40	60	2.21	1.40	2.25	2.00	1.97	0.39
10	9-20-27-35	120	120	60	2.00	1.75	1.90	2.45	2.03	0.30
11	10-21-23-39	120	160	60	2.21	2.00	2.60	1.50	2.08	0.46
$\bar{X}$					1.93	1.83	1.88	1.75		
S					0.30	0.44	0.42	0.44		

CUADRO 4.6 Porcentaje de nitrógeno en plantas de 60 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio X %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	1.05	0.83	1.35	0.90	1.03	0.23
2	5-15-30-37	0	0	60	0.85	1.30	1.12	1.00	1.07	0.19
3	7-17-24-42	0	80	60	0.88	0.75	1.20	0.80	0.91	0.20
4	11-18-26-41	40	80	60	1.22	0.75	1.30	0.85	1.03	0.27
5	4-12-25-44	80	80	60	0.88	1.75	1.52	1.25	1.35	0.37
6	2-19-29-34	120	80	60	1.44	0.90	1.20	1.44	1.25	0.26
7	3-13-32-38	160	80	60	1.44	2.22	1.10	1.65	1.60	0.47
8	8-16-31-43	120	0	60	1.16	1.62	1.25	1.35	1.35	0.20
9	6-22-28-36	120	40	60	1.44	1.64	1.30	1.12	1.38	0.22
10	9-20-27-35	120	120	60	1.44	1.27	1.57	1.50	1.45	0.13
11	10-21-23-39	120	160	60	1.40	1.20	1.60	1.10	1.33	0.22
$\bar{X}$					1.20	1.29	1.32	1.18		
S					0.25	0.48	0.17	0.28		

CUADRO 4.7. Porcentaje de fósforo en plantas de 26 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			Bloques				Pro- por- ción %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.37	0.39	0.42	0.42	0.40	0.02
2	5-15-30-37	0	0	60	0.36	0.37	0.21	0.39	0.33	0.08
3	7-17-24-42	0	80	60	0.33	0.37	0.34	0.44	0.37	0.05
4	11-18-26-41	40	80	60	0.38	0.31	0.34	0.35	0.35	0.03
5	4-12-25-40	80	80	60	0.44	0.41	0.36	0.37	0.40	0.04
6	2-19-29-34	120	80	60	0.40	0.27	0.37	0.39	0.36	0.06
7	3-13-32-38	160	80	60	0.46	0.41	0.34	0.33	0.39	0.06
8	8-16-31-43	120	0	60	0.17	0.30	0.26	0.46	0.30	0.12
9	6-22-28-36	120	40	60	0.44	0.35	0.19	0.33	0.33	0.10
10	9-29-27-35	120	120	60	0.41	0.36	0.36	0.43	0.39	0.04
11	10-21-23-39	120	160	60	0.41	0.43	0.43	0.43	0.43	0.01
$\bar{X}$					0.38	0.36	0.33	0.39		
S					0.08	0.05	0.08	0.05		

CUADRO 4.8. Porcentaje de fósforo en plantas de 47 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio	S
		N	P	K	I	II	III	IV	$\bar{X}$ %	
1	1-14-33-40	0	0	0	0.31	0.27	0.27	0.35	0.30	0.04
2	5-15-30-37	0	0	60	0.26	0.26	0.33	0.35	0.30	0.05
3	7-17-24-42	0	80	60	0.25	0.27	0.29	0.39	0.30	0.06
4	11-18-26-41	40	80	60	0.25	0.23	0.23	0.34	0.26	0.05
5	4-12-25-44	80	80	60	0.31	0.37	0.23	0.25	0.29	0.06
6	2-19-29-34	120	80	60	0.34	0.21	0.24	0.43	0.31	0.10
7	3-13-32-38	160	80	60	0.32	0.32	0.30	0.28	0.31	0.02
8	8-16-31-43	120	0	60	0.21	0.28	0.23	0.28	0.25	0.04
9	6-22-28-36	120	40	60	0.28	0.25	0.27	0.35	0.29	0.04
10	9-20-27-35	120	120	60	0.28	0.23	0.34	0.28	0.28	0.05
11	10-21-23-39	120	160	60	0.25	0.26	0.34	0.28	0.28	0.04
$\bar{X}$					0.28	0.27	0.28	0.33		
S					0.04	0.04	0.04	0.06		

CUADRO 4.9. Porcentaje de fósforo en plantas de 60 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio	S
		N	P	K	I	II	III	IV	$\bar{X} \%$	
1	1-14-33-40	0	0	0	0,25	0,21	0,26	0,27	0,25	0,03
2	5-15-30-37	0	0	60	0,22	0,21	0,27	0,28	0,25	0,04
3	7-17-24-42	0	80	60	0,30	0,20	0,28	0,28	0,27	0,04
4	11-18-26-41	40	80	60	0,24	0,20	0,24	0,24	0,23	0,02
5	4-12-25-44	80	80	60	0,23	0,37	0,36	0,26	0,31	0,07
6	2-19-29-34	120	80	60	0,31	0,20	0,27	0,30	0,27	0,05
7	3-13-32-38	160	80	60	0,41	0,36	0,28	0,35	0,35	0,05
8	8-16-31-43	120	0	60	0,25	0,27	0,23	0,22	0,24	0,02
9	6-22-28-36	120	40	60	0,25	0,28	0,25	0,24	0,26	0,02
10	9-29-27-35	120	120	60	0,21	0,23	0,29	0,30	0,26	0,04
11	10-21-23-39	120	160	60	0,25	0,24	0,33	0,28	0,28	0,04
$\bar{X}$					0,27	0,25	0,28	0,27		
S					0,06	0,06	0,04	0,04		

CUADRO 4.10. Porcentaje de potasio en plantas de 26 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio X %	Desvía- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	2.84	2.73	3.78	2.63	3.00	0.53
2	5-15-30-37	0	0	60	2.73	2.31	3.15	2.10	2.57	0.47
3	7-17-24-42	0	80	60	3.36	3.05	2.21	2.73	2.84	0.49
4	11-18-26-41	40	80	60	3.15	2.84	2.31	2.52	2.71	0.37
5	4-12-25-44	80	80	60	3.05	2.73	2.31	2.63	2.68	0.30
6	2-19-29-34	120	80	60	3.15	2.42	2.31	3.15	2.76	0.46
7	3-13-32-38	160	80	60	3.36	2.73	2.84	2.52	2.86	0.36
8	8-16-31-43	120	0	60	2.63	2.42	2.52	2.84	2.60	0.18
9	6-22-28-36	120	40	60	3.15	3.15	2.21	2.42	2.73	0.49
10	9-20-27-35	120	120	60	3.15	2.84	2.73	2.00	2.68	0.49
11	10-21-23-39	120	160	60	3.15	2.84	2.21	2.63	2.71	0.39
$\bar{X}$					3.07	2.73	2.60	2.56		
S					0.24	0.26	0.50	0.32		

CUADRO 4.11. Porcentaje de potasio en plantas de 47 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento			B l o q u e s				Promedio	Desviación
		N	kg/ha P	K	I	II	III	IV	X %	S
1	1-14-33-40	0	0	0	2.10	2.10	2.31	2.21	2.18	0.10
2	5-15-30-37	0	0	60	2.10	2.94	2.73	2.42	2.55	0.37
3	7-17-24-42	0	80	60	1.70	2.10	2.10	2.31	2.05	0.26
4	11-18-26-41	40	80	60	1.58	1.58	2.84	1.90	1.98	0.60
5	4-12-25-44	80	80	60	2.31	2.42	2.42	2.00	2.29	0.20
6	2-19-29-34	120	80	60	2.00	1.70	1.90	2.84	2.11	0.50
7	3-13-32-38	160	80	60	2.42	2.42	3.05	2.63	2.63	0.30
8	8-16-31-43	120	0	60	2.10	2.42	3.05	2.10	2.42	0.45
9	6-22-28-36	120	40	60	1.70	1.79	2.84	2.94	2.32	0.66
10	9-20-27-35	120	120	60	1.26	1.47	2.94	3.36	2.26	1.05
11	10-21-23-39	120	160	60	1.90	1.79	2.52	2.31	2.13	0.34
$\bar{X}$					1.92	2.07	2.61	2.46		
S					0.34	0.45	0.39	0.44		

CUADRO 4.12. Porcentaje de potasio en plantas de 60 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio	Desvia- ción
		N	P	K	I	II	III	IV	X %	
1	1-14-33-40	0	0	0	1.68	1.58	1.58	1.58	1.61	0.05
2	5-15-30-37	0	0	60	1.47	1.37	1.26	1.58	1.42	0.14
3	7-17-24-42	0	80	60	1.16	1.37	1.90	1.58	1.50	0.32
4	11-18-26-41	40	80	60	1.47	1.05	1.47	1.47	1.37	0.21
5	4-12-25-44	80	80	60	2.10	1.16	1.36	0.95	1.39	0.50
6	2-19-29-34	120	80	60	1.79	1.37	1.26	1.90	1.58	0.31
7	3-13-32-38	160	80	60	1.58	1.58	1.36	1.16	1.42	0.20
8	8-16-31-43	120	0	60	1.16	1.37	1.47	1.26	1.32	0.13
9	6-22-28-36	120	40	60	1.36	1.26	1.80	2.42	1.71	0.53
10	9-20-27-35	120	120	60	1.36	1.16	1.26	2.00	1.45	0.38
11	10-21-23-39	120	160	60	1.16	1.16	1.37	1.36	1.26	0.12
$\bar{X}$					1.48	1.31	1.46	1.57		
S					0.29	0.17	0.22	0.41		

CUADRO 4.13. Porcentaje de calcio en plantas de 26 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.38	0.40	0.50	0.47	0.44	0.06
2	5-15-3-37	0	0	60	0.43	0.39	0.31	0.55	0.42	0.10
3	7-17-24-42	0	80	60	0.36	0.38	0.39	0.50	0.41	0.06
4	11-18-26-41	40	80	60	0.43	0.37	0.39	0.47	0.42	0.04
5	4-12-25-44	80	80	60	0.38	0.43	0.39	0.50	0.43	0.05
6	2-19-29-34	120	80	60	0.42	0.36	0.40	0.45	0.41	0.04
7	3-13-32-38	160	80	60	0.39	0.43	0.65	0.52	0.50	0.12
8	8-16-31-43	120	0	60	0.37	0.39	0.32	0.62	0.43	0.13
9	6-22-28-36	120	40	60	0.39	0.34	0.34	0.59	0.42	0.12
10	9-20-27-35	120	120	60	0.39	0.38	0.42	0.50	0.42	0.05
11	10-21-23-39	120	160	60	0.38	0.36	0.45	0.47	0.42	0.05
$\bar{X}$					0.39	0.38	0.41	0.51		
S					0.02	0.03	0.10	0.05		

CUADRO 4.14. Porcentaje de calcio en plantas de 47 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio X %	Desvia- ción s
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.31	0.31	0.23	0.21	0.27	0.05
2	5-15-30-37	0	0	60	0.30	0.32	0.29	0.29	0.30	0.01
3	7-17-24-42	0	80	60	0.27	0.34	0.40	0.21	0.31	0.08
4	11-18-26-41	40	80	60	0.22	0.25	0.39	0.31	0.29	0.07
5	4-12-25-44	80	80	60	0.29	0.31	0.36	0.20	0.29	0.07
6	2-19-29-34	120	80	60	0.25	0.37	0.32	0.43	0.34	0.08
7	3-13-32-38	160	80	60	0.27	0.32	0.30	0.25	0.29	0.03
8	8-16-31-43	120	0	60	0.24	0.43	0.29	0.21	0.29	0.10
9	6-22-28-36	120	40	60	0.23	0.36	0.46	0.27	0.33	0.10
10	9-20-27-35	120	120	60	0.24	0.25	0.39	0.39	0.32	0.08
11	10-21-23-39	120	160	60	0.32	0.25	0.42	0.22	0.30	0.09
$\bar{X}$					0.27	0.32	0.35	0.27		
S					0.03	0.06	0.07	0.08		

CUADRO 4.15. Porcentaje de calcio en plantas de 60 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Fertilizante kg/ha			B l o q u e s				Promedio X %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.18	0.19	0.08	0.07	0.13	0.06
2	5-15-30-37	0	0	60	0.17	0.17	0.08	0.07	0.12	0.06
3	7-17-24-42	0	80	60	0.17	0.16	0.11	0.08	0.13	0.04
4	11-18-26-41	40	80	60	0.19	0.16	0.10	0.07	0.13	0.05
5	4-12-25-44	80	80	60	0.20	0.17	0.10	0.07	0.14	0.06
6	2-19-29-34	120	80	60	0.19	0.18	0.08	0.08	0.13	0.06
7	3-13-32-38	160	80	60	0.21	0.19	0.08	0.07	0.14	0.07
8	8-16-31-43	120	0	60	0.17	0.34	0.08	0.07	0.17	0.13
9	6-22-28-36	120	40	60	0.17	0.16	0.14	0.08	0.14	0.04
10	9-20-27-35	120	120	60	0.18	0.16	0.09	0.08	0.13	0.05
11	10-21-23-39	120	160	60	0.17	0.16	0.18	0.07	0.15	0.05
$\bar{X}$					0.18	0.19	0.10	0.07		
S					0.01	0.05	0.03	0.01		

CUADRO 4.16. Porcentaje de magnesio en plantas de 26 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ %	Desvia- ción s
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.47	0.35	0.50	0.42	0.44	0.07
2	5-15-30-37	0	0	60	0.41	0.35	0.35	0.36	0.37	0.03
3	7-17-24-42	0	80	60	0.39	0.38	0.35	0.51	0.41	0.07
4	11-18-26-41	40	80	60	0.38	0.36	0.35	0.48	0.39	0.06
5	4-12-25-44	80	80	60	0.38	0.34	0.37	0.46	0.39	0.05
6	2-19-29-34	120	80	60	0.35	0.38	0.41	0.47	0.40	0.05
7	3-13-32-38	160	80	60	0.35	0.37	0.43	0.38	0.38	0.03
8	8-16-31-43	120	0	60	0.35	0.34	0.37	0.51	0.39	0.08
9	6-22-28-36	120	40	60	0.39	0.38	0.32	0.46	0.39	0.06
10	9-20-27-35	120	120	60	0.47	0.38	0.38	0.37	0.40	0.05
11	10-21-23-39	120	160	60	0.42	0.39	0.35	0.53	0.42	0.08
$\bar{X}$					0.40	0.37	0.38	0.45		
S					0.04	0.02	0.05	0.06		

CUADRO 4.17. Porcentaje de magnesio en plantas de 47 días bajo distintos tratamientos fertilizantes

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.46	0.46	0.44	0.30	0.42	0.08
2	5-15-30-35	0	0	60	0.42	0.70	0.41	0.35	0.47	0.16
3	7-17-24-42	0	80	60	0.37	0.41	0.55	0.31	0.41	0.10
4	11-18-26-41	40	80	60	0.34	0.41	0.50	0.31	0.39	0.08
5	4-12-25-44	80	80	60	0.42	0.53	0.48	0.30	0.43	0.10
6	2-19-29-34	120	80	60	0.42	0.48	0.48	0.51	0.47	0.04
7	3-13-32-38	160	80	60	0.47	0.56	0.47	0.41	0.48	0.06
8	8-16-31-43	120	0	60	0.46	0.72	0.50	0.32	0.50	0.17
9	6-22-28-36	120	40	60	0.46	0.50	0.53	0.43	0.48	0.04
10	9-20-27-35	120	120	60	0.50	0.49	0.53	0.51	0.51	0.02
11	10-21-23-39	120	160	60	0.51	0.44	0.62	0.35	0.48	0.12
$\bar{X}$					0.44	0.52	0.50	0.37		
S					0.05	0.11	0.06	0.08		

CUADRO 4.18. Porcentaje de magnesio en plantas de 60 días bajo distintos tratamientos fertilizantes.

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ga			B l o q u e s				Promedio	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV	$\bar{X}$	
1	1-14-33-40	0	0	0	0.28	0.28	0.35	0.31	0.31	0.03
2	5-15-30-37	0	0	60	0.31	0.29	0.29	0.30	0.30	0.01
3	7-17-24-42	0	80	60	0.25	0.27	0.59	0.31	0.36	0.16
4	11-18-26-41	40	80	60	0.30	0.25	0.29	0.34	0.30	0.04
5	4-12-25-44	80	80	60	0.30	0.30	0.32	0.28	0.30	0.02
6	2-19-29-34	120	80	60	0.35	0.37	0.32	0.34	0.35	0.02
7	3-13-32-38	160	80	60	0.35	0.38	0.34	0.30	0.34	0.03
8	8-16-31-43	120	0	60	0.30	0.35	0.36	0.28	0.32	0.04
9	6-22-28-36	120	40	60	0.32	0.31	0.63	0.35	0.40	0.15
10	9-20-27-35	120	120	60	0.35	0.31	0.31	0.34	0.33	0.02
11	10-21-23-39	120	160	60	0.30	0.27	0.35	0.39	0.33	0.05
$\bar{X}$					0.31	0.31	0.38	0.32		
S					0.03	0.04	0.12	0.03		

CUADRO 4.19. Relación entre los tratamientos y la extracción de nitrógeno
en los cuatro cortes: kg/ha

N°	Tratamiento			d í a s			
				26	47	60	90
1	0	0	0	4.7	31.0	37.0	41.0
2	0	0	60	4.0	33.0	40.0	48.0
3	0	80	60	3.9	28.0	38.0	46.0
4	40	80	60	6.1	36.0	44.0	48.0
5	80	80	60	5.8	58.3	84.0	87.0
6	120	80	60	6.6	49.0	72.0	82.0
7	160	80	60	8.2	63.0	98.0	111.0
8	120	0	60	4.9	51.0	76.0	81.0
9	120	40	60	6.0	59.0	83.0	87.0
10	120	120	60	8.6	55.0	99.0	103.0
11	120	160	60	10.6	55.0	96.0	104.0

CUADRO 4.20. Relación entre los tratamientos y la extracción relativa de nitrógeno en los cuatro cortes

N°	Tratamiento			d í a s			
				26	47	60	90
1	0	0	0	0.11	0.76	0.90	1
2	0	0	60	0.08	0.69	0.83	1
3	0	80	60	0.08	0.61	0.83	1
4	40	80	60	0.13	0.75	0.92	1
5	80	80	60	0.07	0.67	0.97	1
6	120	80	60	0.08	0.60	0.88	1
7	160	80	60	0.07	0.57	0.88	1
8	120	0	60	0.06	0.63	0.94	1
9	120	40	60	0.07	0.68	0.95	1
10	120	120	60	0.08	0.53	0.96	1
11	120	160	60	0.10	0.53	0.92	1
Promedio				0.08	0.64	0.91	
Desviación típica				0.02	0.08	0.05	

CUADRO 4.21. Relación entre los tratamientos y la extracción de fósforo en los cuatro cortes: kg/ha.

N°	Tratamiento			d í a s .			
				26	47	60	90
1	0	0	0	0.6	6.3	9.1	10.0
2	0	0	60	0.4	5.9	9.3	11.0
3	0	80	60	0.5	5.1	11.2	14.0
4	40	80	60	0.7	6.3	9.9	11.0
5	80	80	60	0.6	8.5	19.3	20.0
6	120	80	60	0.8	7.6	15.5	18.0
7	160	80	60	0.9	9.3	21.4	24.0
8	120	0	60	0.4	6.6	13.5	14.0
9	120	40	60	0.6	8.7	15.6	16.0
10	120	120	60	1.0	7.6	17.8	19.0
11	120	160	60	1.3	7.4	20.0	22.0

CUADRO 4.22. Relación entre los tratamientos y la extracción relativa de fósforo en los cuatro cortes.

N°	Tratamientos			d í a s			
				26	47	60	90
1	0	0	0	0.06	0.63	0.91	1
2	0	0	60	0.04	0.54	0.85	1
3	0	80	60	0.04	0.36	0.80	1
4	40	80	60	0.06	0.57	0.90	1
5	80	80	60	0.03	0.43	0.97	1
6	120	80	60	0.04	0.42	0.86	1
7	160	80	60	0.04	0.39	0.89	1
8	120	0	60	0.03	0.47	0.96	1
9	120	40	60	0.04	0.54	0.98	1
10	120	120	60	0.05	0.40	0.94	1
11	120	160	60	0.06	0.34	0.91	1

CUADRO 4.23. Registro de alturas de plantas

N° Parcelas	Altura en cm							
	27-02-76	02-03-76	04-03-76	09-03-76	12-03-76	15-03-76	19-03-76	24-03-76
	(27 días)	(31 días)	(33 días)	(38 días)	(41 días)	(44 días)	(48 días)	(53 días)
1	35	40	46	57	60	62	62	64
2	42	48	54	60	64	65	65	65
3	30	34	42	60	64	65	65	65
4	27	30	37	50	64	65	65	65
5	27	30	35	45	51	52	55	56
6	38	43	46	54	70	72	72	72
7	27	31	35	47	60	60	62	65
8	35	40	55	57	70	73	74	74
9	37	42	57	70	72	73	73	73
10	31	36	47	75	80	80	80	80
11	25	28	31	36	55	57	60	61

CUADRO 4.24. Distribución de raíces en base a peso seco para tres profundidades.

Tratamientos			profundidad	Peso	Distribución
N	P	K	cm	gr	%
			0 - 20	66.7	78.4
120	120	60	20 - 40	11.0	12.9
			40 - 60	7.4	8.7
			0 - 20	26.0	85.8
0	0	0	20 - 40	3.0	9.9
			40 - 60	1.3	4.3

CUADRO 4.25. Porcentaje de nitrógeno orgánico en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento^{1/}

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ %	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	0.131	0.131	0.136	0.140	0.135	0.004
2	5-15-30-37	0	0	60	0.115	0.132	0.137	0.142	0.132	0.010
3	7-17-24-42	0	80	60	0.139	0.115	0.114	0.143	0.128	0.020
4	11-18-26-41	40	80	60	0.123	0.118	0.130	0.142	0.128	0.010
5	4-12-25-44	80	80	60	0.112	0.123	0.130	0.143	0.127	0.010
6	2-19-29-34	120	80	60	0.158	0.123	0.136	0.151	0.142	0.020
7	3-13-32-38	160	80	60	0.155	0.131	0.162	0.149	0.149	0.010
8	8-16-31-43	120	0	60	0.105	0.123	0.136	0.140	0.126	0.020
9	6-22-28-36	120	40	60	0.123	0.140	0.140	0.168	0.143	0.020
10	9-20-27-35	120	120	60	0.131	0.123	0.158	0.163	0.144	0.020
11	10-21-23-39	120	160	60	0.128	0.140	0.135	0.147	0.138	0.010
$\bar{X}$					0.129	0.127	0.138	0.148		
S					0.020	0.010	0.010	0.010		

^{1/} Para una profundidad de muestreo de 0.25 m.

CUADRO 4,26. Contenido de fósforo aprovechable en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento, ppm(método Olsen) ^{1/}

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio X ppm	Desvia ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	6.0	12.0	8.4	6.1	8.1	2.8
2	5-15-30-37	0	0	60	7.4	10.3	3.7	10.2	7.9	3.1
3	7-17-24-42	0	80	60	11.2	8.2	11.5	10.0	10.2	1.5
4	11-18-26-41	40	80	60	12.3	10.6	9.1	8.3	10.1	1.8
5	4-12-25-44	80	80	60	6.3	5.8	13.0	18.6	10.9	6.1
6	2-19-29-34	120	80	60	12.4	11.6	6.0	18.3	12.1	5.0
7	3-13-32-38	160	80	60	11.2	18.9	6.0	17.2	13.3	5.9
8	8-16-31-43	120	0	60	8.5	10.0	8.0	2.5	7.9	4.0
9	6-22-28-36	120	40	60	9.3	4.9	11.5	12.7	9.6	3.4
10	9-20-27-35	120	120	60	7.0	6.5	14.1	12.5	10.0	3.8
11	10-21-23-39	120	160	60	25.9	21.0	18.0	15.0	20.1	4.5
$\bar{X}$					10.7	10.9	9.9	11.9		
S					5.6	5.1	4.2	5.5		

^{1/} El muestreo de suelo se hizo a los 26 días de aplicado el superfosfato.

CUADRO 4.27. Contenido de potasio en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento ppm

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{Y}$ ppm	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	100	90	90	75	89	10
2	5-15-30-37	0	0	60	85	90	100	100	94	8
3	7-17-24-42	0	80	60	80	90	85	90	86	5
4	11-18-26-41	40	80	60	100	90	100	90	95	6
5	4-12-25-44	80	80	60	100	100	85	90	94	8
6	2-19-29-34	120	80	60	130	85	100	100	104	19
7	3-13-32-38	160	80	60	130	100	120	120	118	13
8	8-16-31-43	120	0	60	80	90	130	90	98	22
9	6-22-28-36	120	40	60	85	100	110	90	96	11
10	9-20-27-35	120	120	60	80	85	130	90	96	23
11	10-21-23-39	120	160	60	100	100	100	100	100	0
$\bar{X}$					97	93	105	94		
S					18	6	16	11		

CUADRO 4.28. Contenido de magnesio en el suelo en parcelas asignadas a cada tratamiento: ppm

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$ ppm	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	275	290	450	460	369	100
2	5-15-30-37	0	0	60	250	265	400	460	344	103
3	7-17-24-42	0	80	60	310	365	375	460	378	62
4	11-18-26-41	40	80	60	340	360	330	460	373	60
5	4-12-25-44	80	80	60	275	320	330	450	344	75
6	2-19-29-34	120	80	60	300	385	400	400	371	48
7	3-13-32-38	160	80	60	290	345	410	450	374	71
8	8-16-31-43	120	0	60	340	285	340	430	349	60
9	6-22-28-36	120	40	60	275	340	345	330	348	64
10	9-20-27-35	120	120	60	320	375	310	400	351	43
11	10-21-23-39	120	160	60	285	330	320	440	344	67
$\bar{X}$					296	333	365	440		
S					29	39	45	23		

CUADRO 4.29. Reacción del suelo (pH) en parcelas asignadas a cada tratamiento,
Relación suelo-agua 1:2

N°	Parcela N°	Tratamiento kg/ha			B l o q u e s				Promedio $\bar{X}$	Desvia- ción S
		N	P	K	I	II	III	IV		
1	1-14-33-40	0	0	0	6.50	6.10	6.30	6.10	6.25	0.19
2	5-15-30-37	0	0	60	6.40	6.00	5.75	6.30	6.11	0.30
3	7-17-24-42	0	80	60	5.95	5.65	6.00	6.10	5.93	0.19
4	11-18-26-41	40	80	60	5.80	5.65	6.00	6.00	5.86	0.17
5	4-12-25-44	80	80	60	6.40	6.20	5.85	6.00	6.11	0.24
6	2-19-29-34	120	80	60	6.60	5.35	5.85	6.20	6.00	0.53
7	3-13-32-38	160	80	60	6.50	6.10	6.35	6.35	6.33	0.17
8	8-16-31-43	120	0	60	5.55	5.85	5.90	6.10	5.85	0.23
9	6-22-28-36	120	40	60	5.90	6.10	5.75	6.35	6.03	0.26
10	9-20-27-35	120	120	60	5.60	5.40	5.85	6.05	5.73	0.28
11	10-21-23-39	120	160	60	5.70	5.60	6.55	6.10	5.99	0.43
$\bar{X}$					6.08	5.82	6.01	6.15		
S					0.40	0.30	0.27	0.13		

CUADRO 4.30. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa, D.M.S.
para la relación de los efectos de los tratamientos sobre la
producción total de materia seca. Datos del cuadro 4.3.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor	Diferencia mínima sig nificativa
Tratamien tos	10	58201106	5820110.6	3.20 + +	1945 kg ¹
Bloques	3	22943319	7647806	4.21 +	
Error	30	54560789	1818693		
Total	43				

+ + diferencia altamente significativa

+ diferencia significativa

Ft (30;10) con 5% = 2.16; con 1% = 2.98

Ft (30; 3) con 5% = 2.92; con 1% = 4.51

¹ 5% de probabilidad

CUADRO 4.31. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa (DMS)
 par la relación entre tratamientos y concentración de nitró-
 geno en la planta, Datos del Cuadro 4.4.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor	Diferencia mínima sig-
Tratamientos	10	2.60	0.26	2.89 +	0.43
Bloques	3	5.50	1.83	20.37 + +	
Error	30	2.75	0.09		
Total	43				

CUADRO 4.32. Análisis de varianza y diferencia mínima significativa para la relación entre tratamientos y concentración de nitrógeno en la planta. Datos del cuadro 4.5.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor	Diferencia mínima significativa
Tratamiento	10	2.28	0.228	1.63	--
Bloques	3	0.20	0.070	0.50	--
Error	30	4.20	0.140		
Total	43				

- Diferencia no significativa

CUADRO 4.33 Análisis de varianza y diferencia mínima significativa para la relación entre tratamientos y concentración de nitrógeno en la planta. Datos del Cuadro 4.6.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Factor	Diferencia mínima significativa
Tratamientos	10	1.80	0.18	2.57 +	0.38
Bloques	3	0.16	0.05	0.71 -	
Error	30	2.18	0.07		
Total	43				

CAPITULO V

DISCUSION

En las figuras 5.1 y 5.2, están representadas las relaciones entre las dosis de fertilizantes aplicadas, de nitrógeno y fósforo, con la producción total de materia seca. En ambos casos se puede observar que hubo un aumento de la producción a mayores dosis de abono, a pesar de la dispersión con respecto a los valores medios. En el caso del nitrógeno, los incrementos fueron más notorios, llegando a ser del orden del 39%. En el fósforo fueron de un 29%, siempre referidos a dosis comunes del nutriente complementario.

En cuanto a concentración y extracción de nitrógeno, comparadas a igual dosis de fósforo, la tendencia general fue de aumentar con el abonado, particularmente la extracción, que llegó a ser el doble o más. Esto indica un efecto notable de la aplicación nitrogenada en la nutrición de las plantas.

La aplicación de fósforo, cuando no se complementó con nitrógeno, produjo muy poco efecto en la producción. Sin embargo, con dosis de 120 kg/ha de nitrógeno, este nutriente comenzó a ser escaso, ya que se produjo un aumento en la cosecha al aumentar las dosis de fósforo. Además, las plantas se notaron más vigorosas y florecieron antes. Este efecto del fósforo sobre la floración es señalado por Black (1973). Ni la concentración, ni la extracción total de fósforo estuvieron relacionados con la producción, como ocurrió con el nitrógeno. Se advirtió, sin embargo, una tendencia positiva con altas dosis de nitrógeno, especialmente en la primera etapa del desarrollo. Tisdale y Nelson (1966)

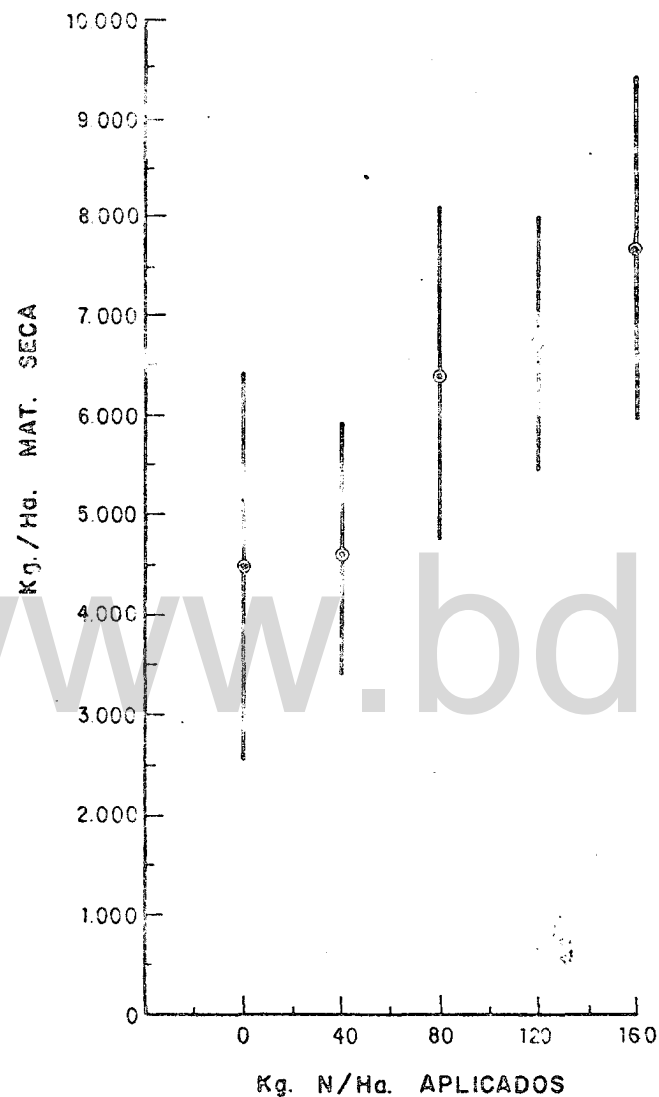


Figura 5.1: Valores medios y desviación típica de la producción de materia seca, para diferentes tratamientos con nitrógeno.

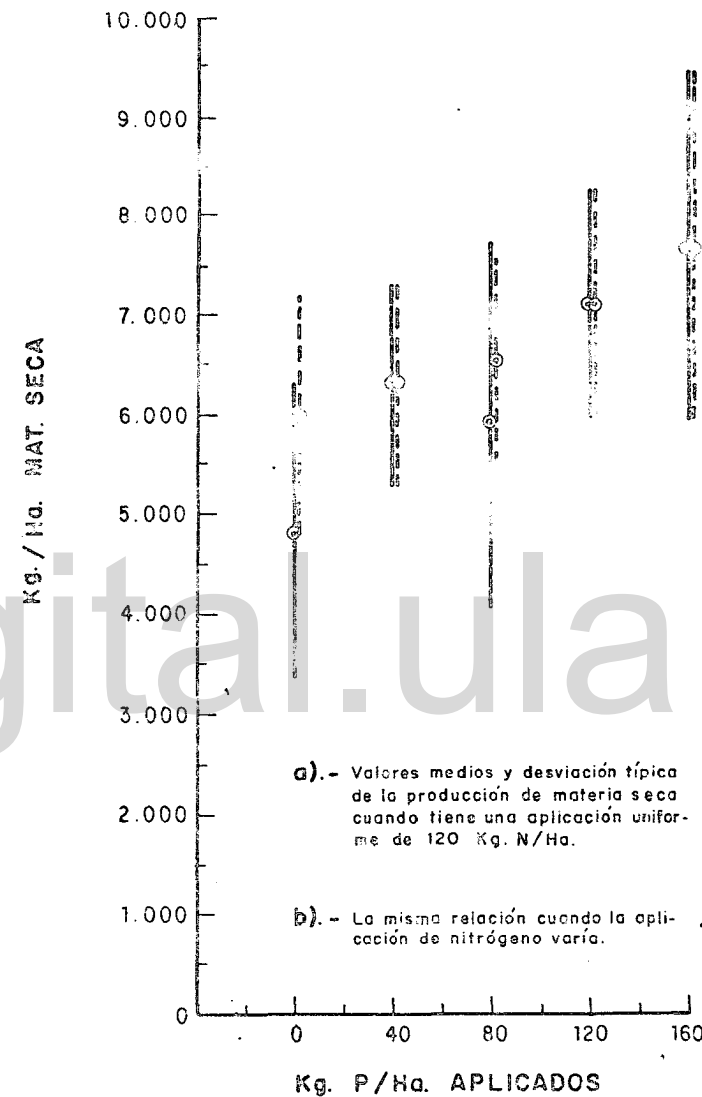


Figura 5.2: Valores medios y desviación típica de la producción de materia seca, para diferentes tratamientos con fósforo.

hacen la misma observación, para cultivo de maíz, en cuanto a la importancia del fósforo en las primeras semanas, cuando la formación de raíces es aún limitada.

El análisis de varianza de los datos de producción, mostró sólo para el nitrógeno, un efecto significativo. Se estableció una diferencia altamente significativa entre dosis y una diferencia significativa entre bloques. La diferencia mínima significativa para 5% de probabilidad fue de 1945 kg/ha, por lo tanto, estadísticamente fueron las dosis de 80 kg de nitrógeno o mayores - las que produjeron aumentos de consideración en los rendimientos.

Se hicieron cálculos de regresión para investigar la existencia de interacción entre nitrógeno y fósforo. La regresión múltiple cuadrática no describió satisfactoriamente la relación. En cambio, la regresión múltiple lineal reveló una respuesta clara para el nitrógeno y dudosa para el fósforo. Por otra parte, la regresión simple lineal indicó un efecto de importancia al fósforo, (anexo cuadros 4 - 7). Entonces, adoptada la ecuación múltiple lineal se tiene la siguiente expresión para describir el efecto del abonado en la producción.

$$y = 4138.20 + 14.59 N + 9.42 P$$

Donde, y, es la producción, N la dosis de nitrógeno, y P la dosis de fósforo, todos en kg/ha. El rendimiento medio, ajustado, de todos los tratamientos de efectos significativos (con dosis de 80 kg o más de nitrógeno) fue

de 6642 kg/ha, (anexo cuadro 5). Esta producción estuvo asociada a la combinación de 120 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de fósforo.

Los análisis de regresión efectuados para establecer la relación entre producción y concentración de nitrógeno y fósforo en la planta, no mostraron ninguna relación empleando modelos de regresión cuadrática. Usando modelos de regresión lineal múltiple y simple, se obtuvo una respuesta para nitrógeno, pero no para el fósforo, (anexo 8 a 13).

Estos resultados ponen de manifiesto que el nitrógeno fue el elemento determinante de la cosecha; el fósforo no fue concluyente aunque ha insinuado una influencia beneficiosa en el primer período del desarrollo, y demostrando su necesidad a altas dosis de fertilización nitrogenada.

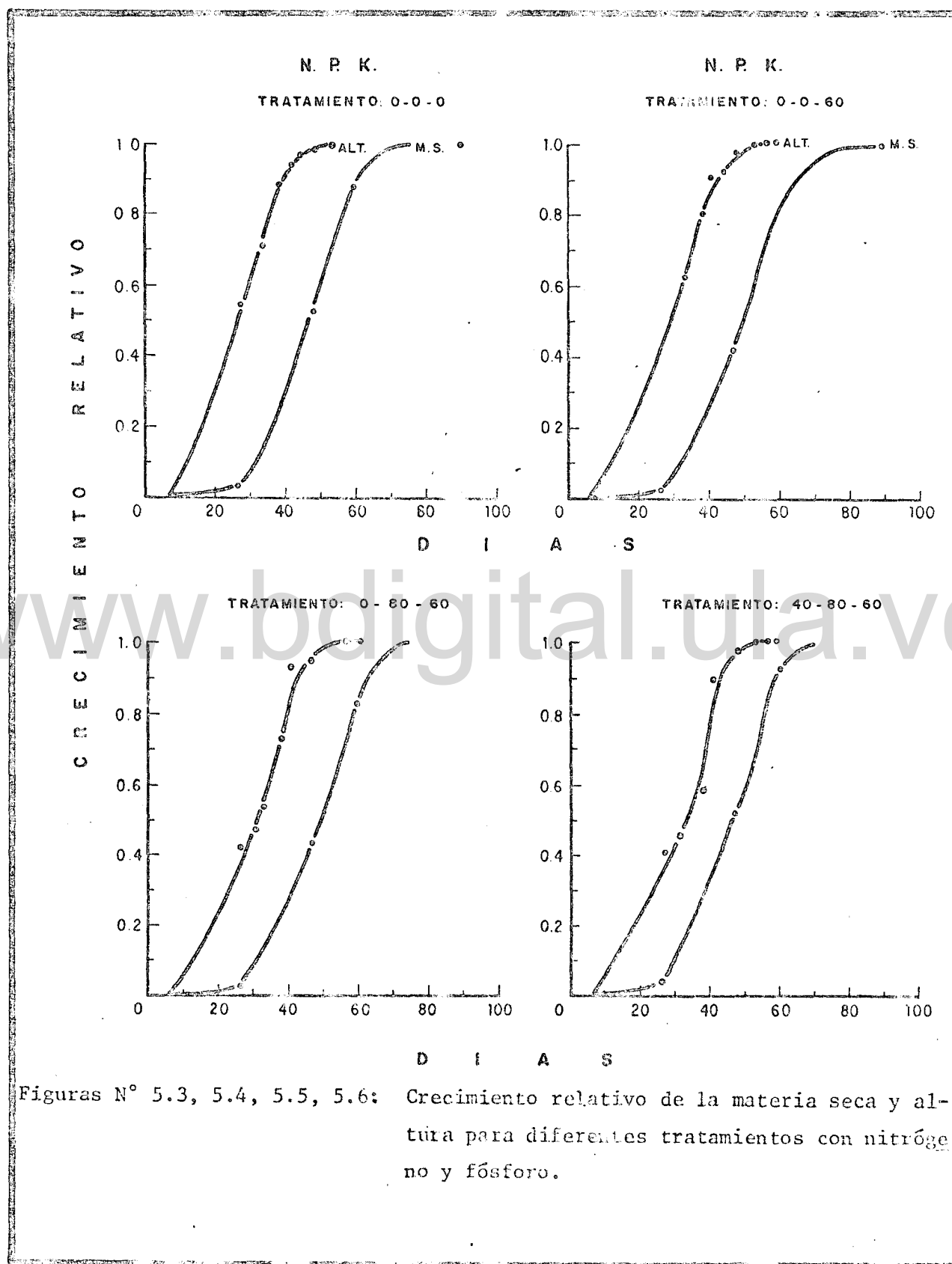
Estas deducciones concuerdan con el diagnóstico de la fertilidad en base al análisis de tierra. Según éste, el nitrógeno disponible era de 78.8 kg/ha, que comparado con una necesidad estimada de 136 kg/ha, determinaban un potencial productivo de solo un 58%. Los análisis de fósforo disponible en el suelo, indicaban un potencial productivo de 72% por lo tanto, menos limitante que el nitrógeno.

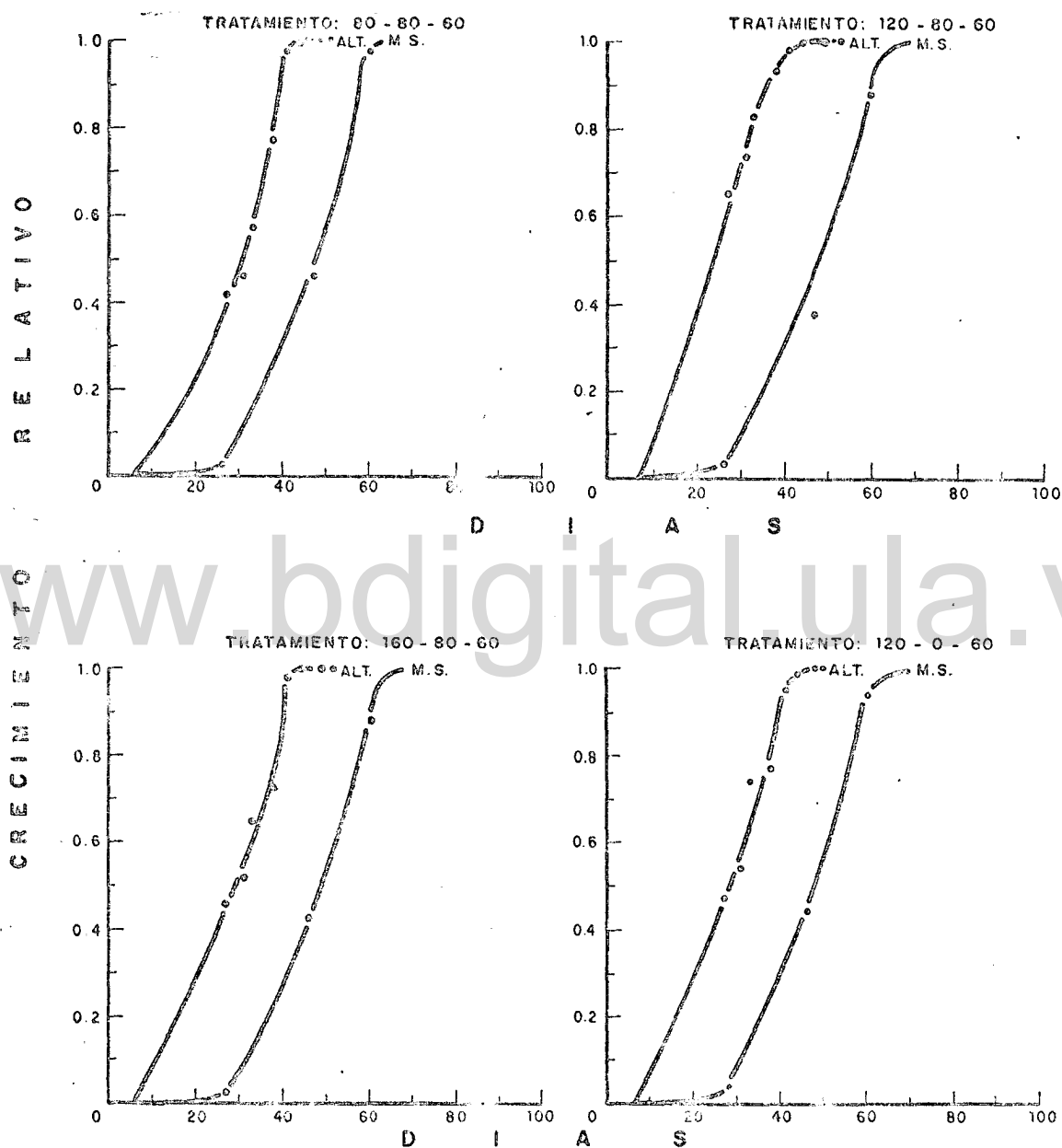
No obstante hay que señalar que el ensayo no tuvo la uniformidad deseada debido a factores incontrolables como lo fueron las lluvias producidas al mes de la siembra y que afectaron la parte izquierda de los bloques III y IV, así como el ataque del pájaro arrocero que impidió la maduración del grano.

Relación entre los tratamientos y el crecimiento

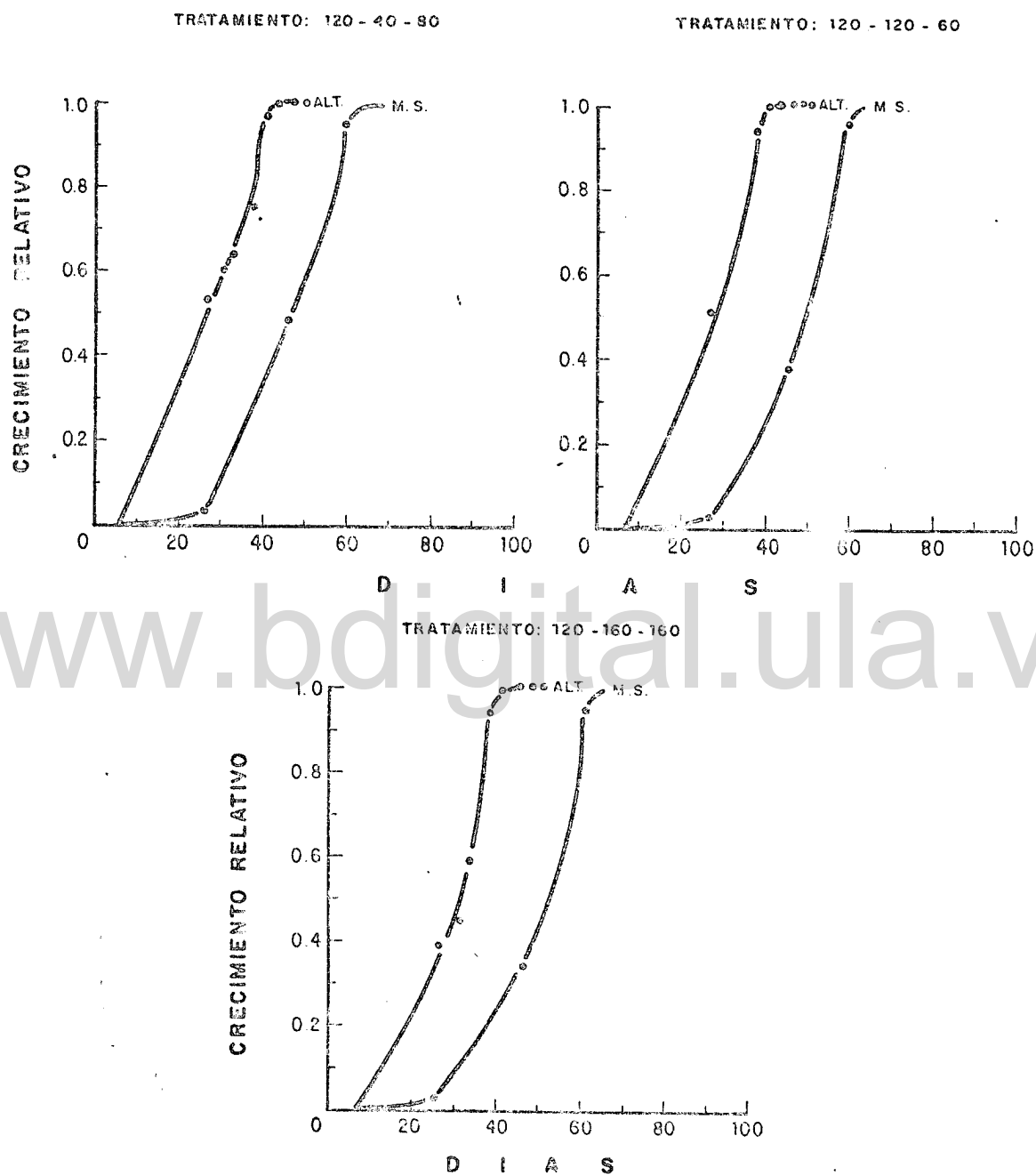
El efecto de los tratamientos sobre el crecimiento está dado en sus formas más comunes, altura relativa y producción relativa con respecto al tiempo, figuras 5.3 a 5.14. Se observa que tanto la forma de ambas curvas como su posición, no son afectadas por los distintos tratamientos. Por lo tanto se han unificado en la figura 5.14 donde están las curvas promedio y sus desviaciones típicas. Son de tipo sigmoideal, respondiendo a la curva generalizada dada por Tisdale y Nelson (1966), y Baeyens (1970). Para el caso particular del sorgo, Boy y Wrigth (1973-74), y Arriets (1976), hallaron el mismo tipo de relación entre la materia seca y el tiempo. Las figuras 5.15 y 5.16 muestran la marcha de la absorción relativa de nitrógeno y fósforo con el tiempo. Dada la similitud entre éstas y las curvas anteriores, se puede generalizar debido a que, independientemente de los 11 tratamientos siguen un patrón característico de desarrollo. Las desviaciones con respecto a la media no son muy grandes y además guardan la misma relación con el tiempo.

Superponiendo las cuatro curvas, figuras 5.17, se puede observar: a) el paralelismo y similitud en sus formas; b) la anticipación en la absorción de nitrógeno con relación a la formación de la materia seca; Arnon (1972), hace el mismo comentario para el caso del maíz, y Roy y Wright (1973-74) para el sorgo; c) la formación de materia seca y la absorción de fósforo son coincidentes; d) a los 45 días llegan a su máxima altura; e) a los dos tercios del período de crecimiento, 60 días, la planta acumuló aproximadamente el 90% del nitrógeno, fósforo y materia seca. Esta información es útil para decidir





Figuras 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10: Crecimiento relativo de la materia seca y altura para diferentes tratamientos con nitrógeno y fósforo.



Figuras 5.11, 5.12 y 5.13: Crecimiento relativo de la materia seca y altura para diferentes tratamientos con nitrógeno y fósforo.

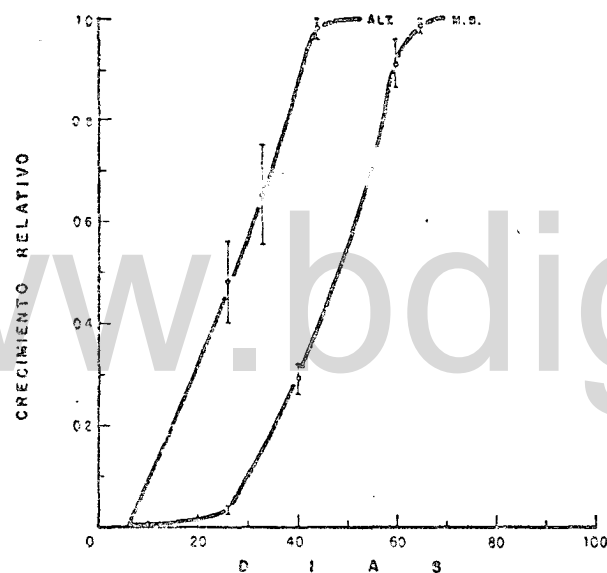


Figura 5.14: Valor medio y desviación típica de la materia seca y altura relativas para diferentes períodos del desarrollo de la planta.

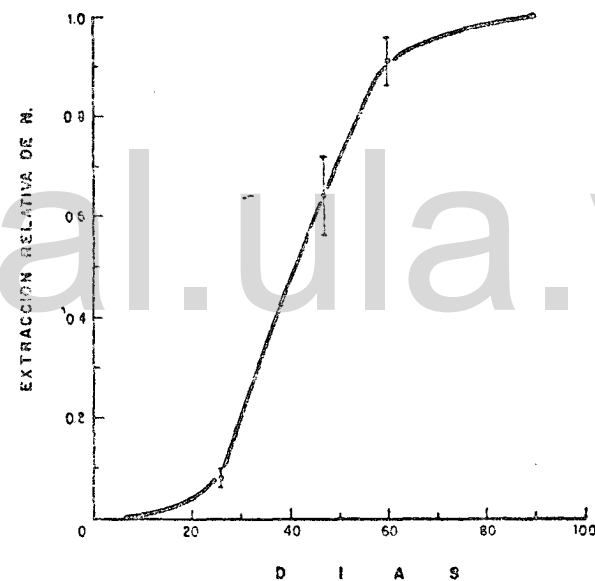


Figura 5.15: Media y desviación típica de la extracción relativa de nitrógeno en diferentes oportunidades.

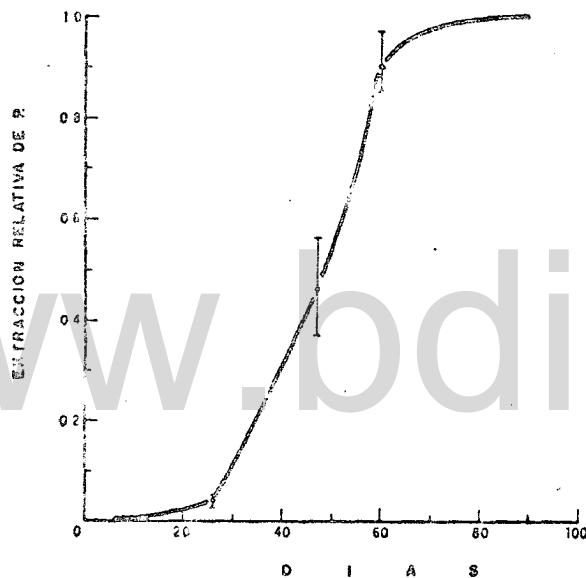


Figura 5.16: Media y desviación típica de la extracción relativa de fósforo en diferentes oportunidades.

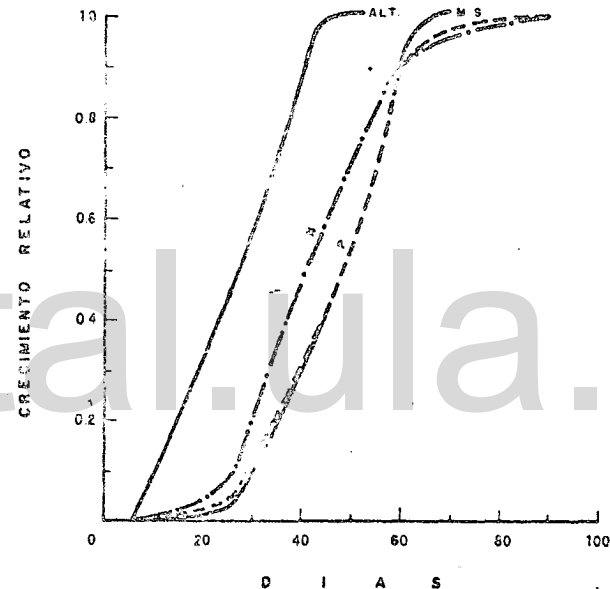


Figura 5.17: Crecimiento y extracción relativas de nutrientes en función del tiempo.

la época de aplicación de los fertilizantes, especialmente el nitrógeno.

La figura 5.18, que muestra la relación entre altura relativa con la absorción relativa del nitrógeno, puede utilizarse en el futuro para controlar la marcha de la nutrición nitrogenada. La figura 5.19, sirve a los mismos fines, pero utilizando la relación entre materia seca y nitrógeno relativos. Tiene prácticamente los mismos valores para cultivos muy distintos botánicamente, como algodón, papa y maíz, citados por Norero (1975).

Ajuste de las fórmulas de fósforo y nitrógeno para pronósticos futuros

Las fórmulas utilizadas para estimar las dosis fisiológicamente óptimas de fertilizantes fueron redefinidas en base a la experiencia realizada. La eficiencia, e ; la relación fisiológica, C/M ; el índice de fertilidad, y/Y ; y el valor óptimo de nutriente en el suelo, Q_0 , se determinaron experimentalmente. No entró en el ajuste el factor de restricción a la producción potencial, f , y el carbono total fijado por el cultivo, C , ambos quedaron establecidos al fijar la producción con un valor promedio que se podía conseguir en la zona con un buen manejo, y no en base al máximo teórico calculable agrofísicamente.

Ajuste de la fórmula para nitrógeno

Mediante el ensayo se llegó al siguiente resultado para los términos de la fórmula planteada en la metodología:

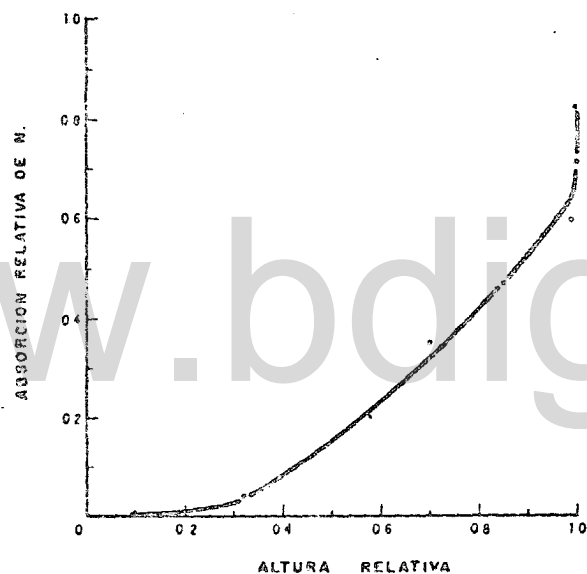


Figura 5.18: Relación entre alturas y extracción relativas.

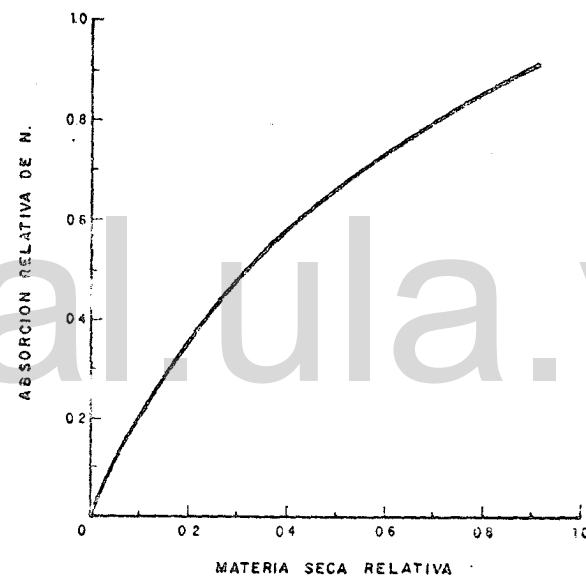


Figura 5.19: Muestra la anticipación en la absorción de nitrógeno con relación a la materia seca.

$$N = \left[\frac{f \cdot C}{C/M} - e(N_0 + NM) \right] \frac{1}{e}$$

1. La relación fisiológica C/M fue confirmada experimentalmente. El valor obtenido como promedio de los tratamientos con buenos rendimientos fue de 32.5, cuadro 5.1, muy cercano al valor de 30, es - cogidos preliminarmente por ser esta última una cifra promedio de valores dados por diferentes autores para distintas condiciones ; es más general, adaptándose por eso mejor a los propósitos de esta fórmula de predicción.
2. La eficiencia de aplicación, e, para el nitrógeno en forma de urea, aparece en la figura 5.20. La relación existente entre la aplicación y la extracción se ajustó mediante regresión. El valor r igual a 0.96 mostró una estrecha correlación positiva entre las dos variables. La pendiente de la recta indica que la eficiencia fue constante e independiente de la dosis de abono aplicado. De ella se deduce una eficiencia del 44%, o 0.44. Se extrapoló la recta para estimar el nitrógeno presente inicialmente en el suelo, en términos del abono. Ello implica adoptar el mismo valor de eficiencia en la utilización del nitrógeno del suelo que del abono . Este criterio se adopta teniendo en cuenta que la planta absorbe ambas fuentes en forma de nitrato o de amonio.

La linealidad de esta relación aparece en el trabajo de Fried y Broeshart (1967) citado por Norero(1975a), donde el intercepto de la recta con la

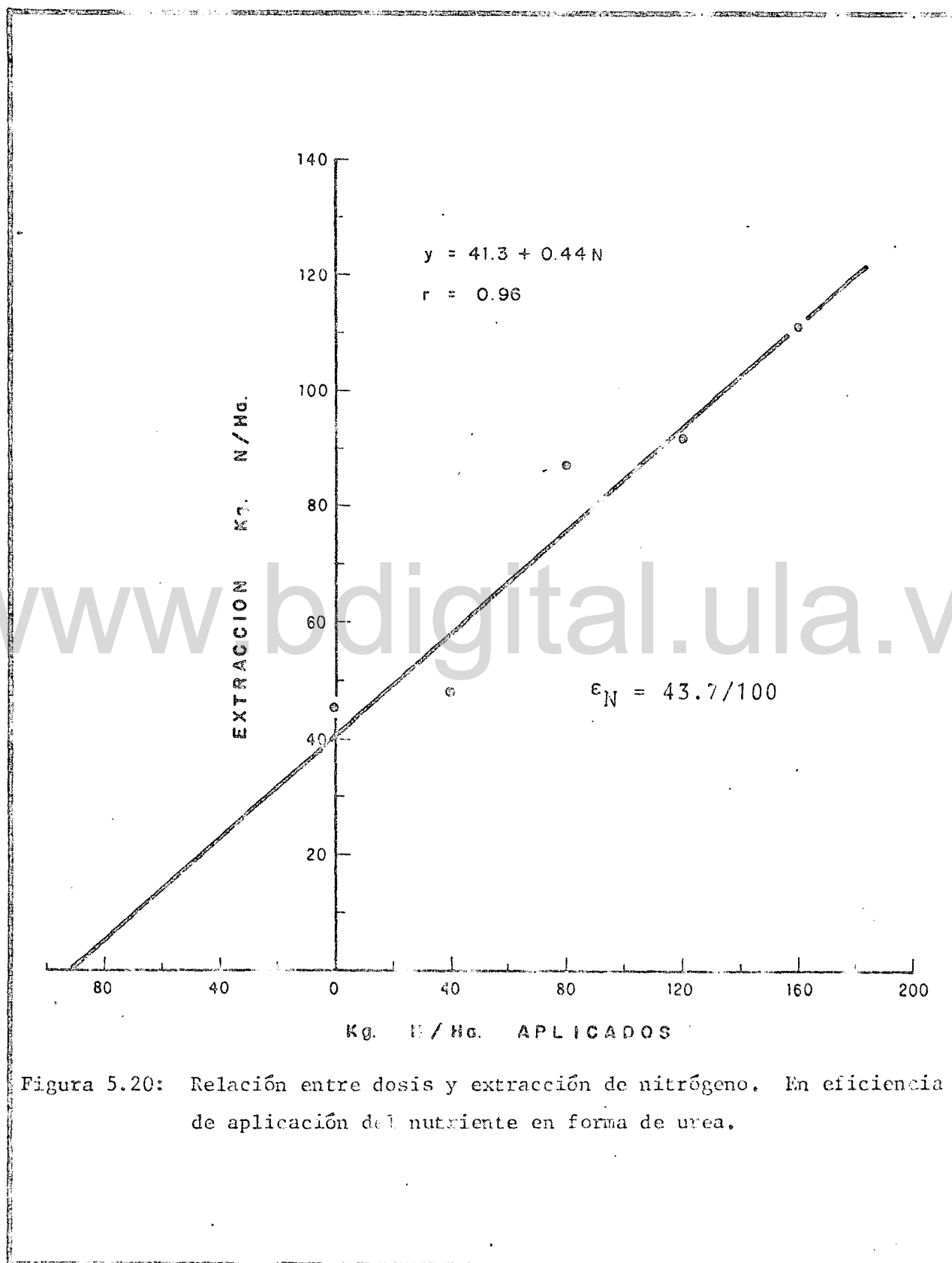


Figura 5.20: Relación entre dosis y extracción de nitrógeno. En eficiencia de aplicación del nutriente en forma de urea.

absisa determina el nitrógeno presente en el suelo. La extrapolación de las curvas resultantes entre la aplicación y la extracción es el principio en que se basa la prueba de Dean (1954), para calcular la fertilidad original del suelo. La estimación gráfica de 93 kg N/ha es muy parecida a la que se predijo del análisis de nitratos más la estimación de nitrógeno mineralizable. Estos fueron 50 y 53 kg/ha respectivamente.

Basada sobre estas relaciones se propone la siguiente fórmula general para estimar la fertilización nitrogenada en las condiciones agroecológicas - de la región estudiada:

$$N = \left[\frac{f \cdot C}{32.5} - (N_o + N_m) 0.44 \right] \frac{1}{0.44}$$

Su aplicación requiere determinar químicamente los nitratos N_o , y el nitrógeno mineralizable, N_m ; calcular C en base al máximo teórico determinán dolo agrofísicamente y corregirlo por el factor de restricción, f. También - puede adoptarse provisionalmente, una producción potencial igual a la del ensayo (6642 kg/ha), ajustándola progresivamente según la experiencia de la fertilización.

Cuadro 5.1. Relación fisiológica C/M, entre el carbono por el cultivo con el nitrógeno y fósforo extraído.

Tratamientos			C/N	C/P
0	0	0	43.8	179.7
0	0	60	42.4	184.8
0	80	60	49.0	161.0
40	80	60	43.5	189.7
80	80	60	33.2	144.3
120	80	60	35.9	163.4
160	80	60	28.2	130.3
120	0	60	33.2	192.1
120	40	60	32.6	177.3
120	120	60	31.1	168.6
120	160	60	33.3	157.2
Promedio			36.9	168.0
Desviación típica			6.6	19

El carbono fijado (C), se calculó como el 45% de la materia seca.

C/N = 32.5 promediando los valores de las parcelas con 80 kg de nitrógeno o más.

C/P = 156 promediando los datos de las parcelas con fósforo y con 80 kg de nitrógeno o más.

Ajuste de la fórmula para fósforo

El ensayo proporcionó la siguiente información para la fórmula presentada en la metodología con la cual se estimó la dosis económicamente óptima.

$$F_e = \left(9 \sqrt{1 - y/Y} - \frac{0.05q}{n.C/M.e} \right) \left(\frac{f.C}{C/M.e} \right) = \quad (1)$$

1. La relación fisiológica C/M preliminar fue confirmada por el ensayo. El valor obtenido por experimentación, para el promedio de los mejores tratamientos fue 156, tabla 5.1; éste es muy parecido al utilizado en la estimación previa, que era de 167. Por la misma razón que en el caso del nitrógeno se decidió no modificarlo.

2. La eficiencia de aplicación, e, a diferencia del nitrógeno mostró variaciones según la fertilidad inicial del suelo y según la dosis de abono. Para establecer una expresión útil de e en función de ambas variables se procedió de la siguiente manera:

- a) Se determinó la relación entre el abono agregado y el valor químico de la fertilidad en el suelo, figura 5.21. Los datos ajustados por regresión producen:

$$Q = 7.58 + 0.053F \quad (2)$$

Donde Q es el valor analítico del fósforo determinado por el método de Olsen y F, es la dosis de abono agregado. La extrapolación de esta relación

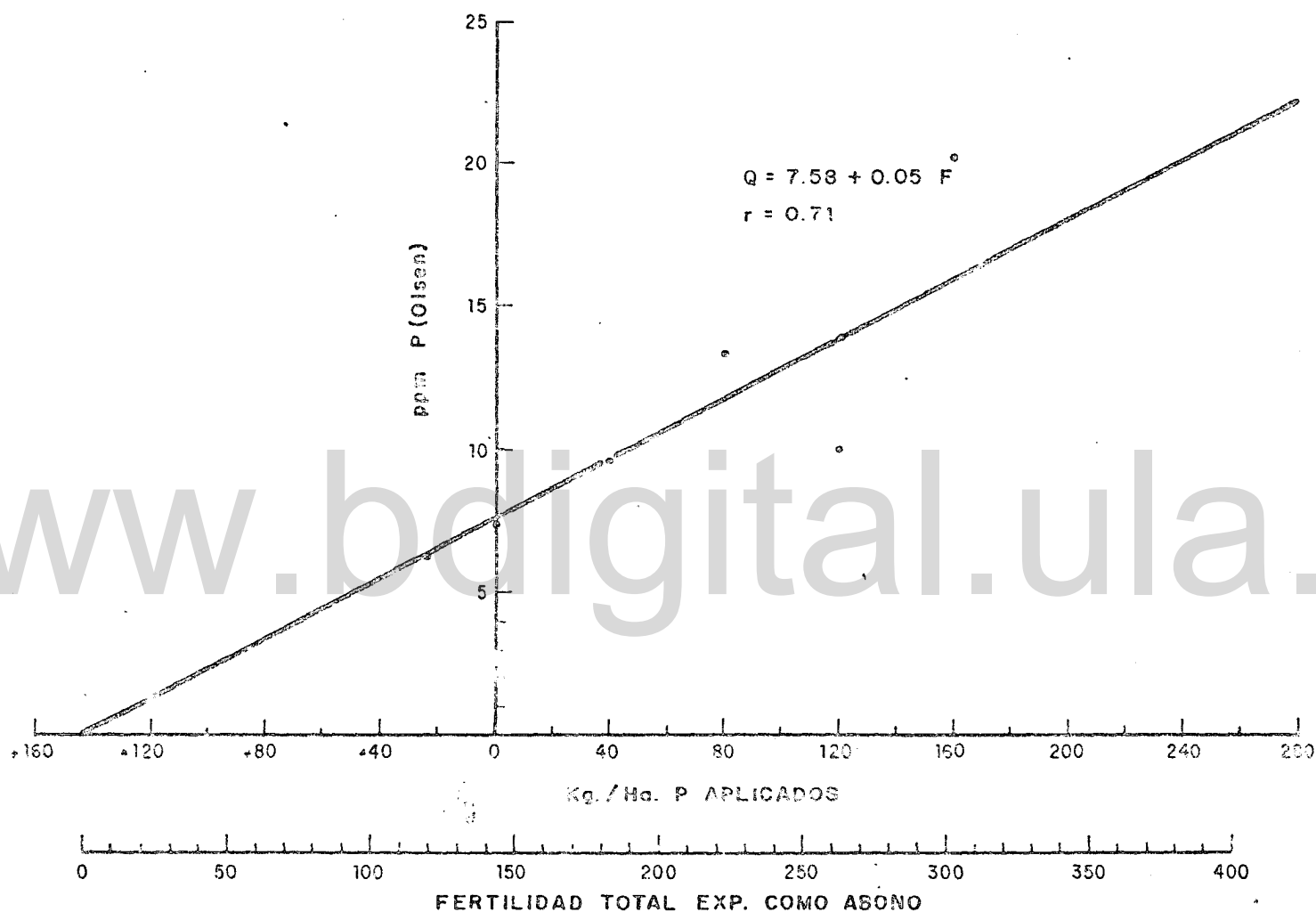


Figura 5.21: Relación entre el fósforo aplicado y el soluble en el suelo determinado, por el método Olsen.

al valor químico se interpreta como la fertilidad del suelo en términos de abono. Su valor fue de 142 kg/ha de fósforo, para las 7.58 ppm determinadas químicamente.

- b) Se estableció la relación entre el valor analítico de la fertilidad y la extracción, figura 5.22, que satisfizo el ajuste cuadrático siguiente:

$$A = 2.20 Q - 0.055 Q^2 \quad (3)$$

A, es la extracción total de fósforo en kg/ha y Q, es la fertilidad en ppm.

- c) De la definición de eficiencia se tiene que:

$$e = \frac{A_o - A_s}{F - F_s} \quad (4)$$

donde A_o , es la extracción total fisiológicamente adecuada para una producción Y:

$$A_o = \frac{f Y \cdot 0.45}{C/M} = \frac{f \cdot C}{C/M} \quad (5)$$

A_s , es la extracción correspondiente a la reserva del suelo; F_o , es la fertilidad necesaria para obtener una extracción A_o ; F_s , es la fertilidad natural del suelo, correspondiente a una extracción A_s .

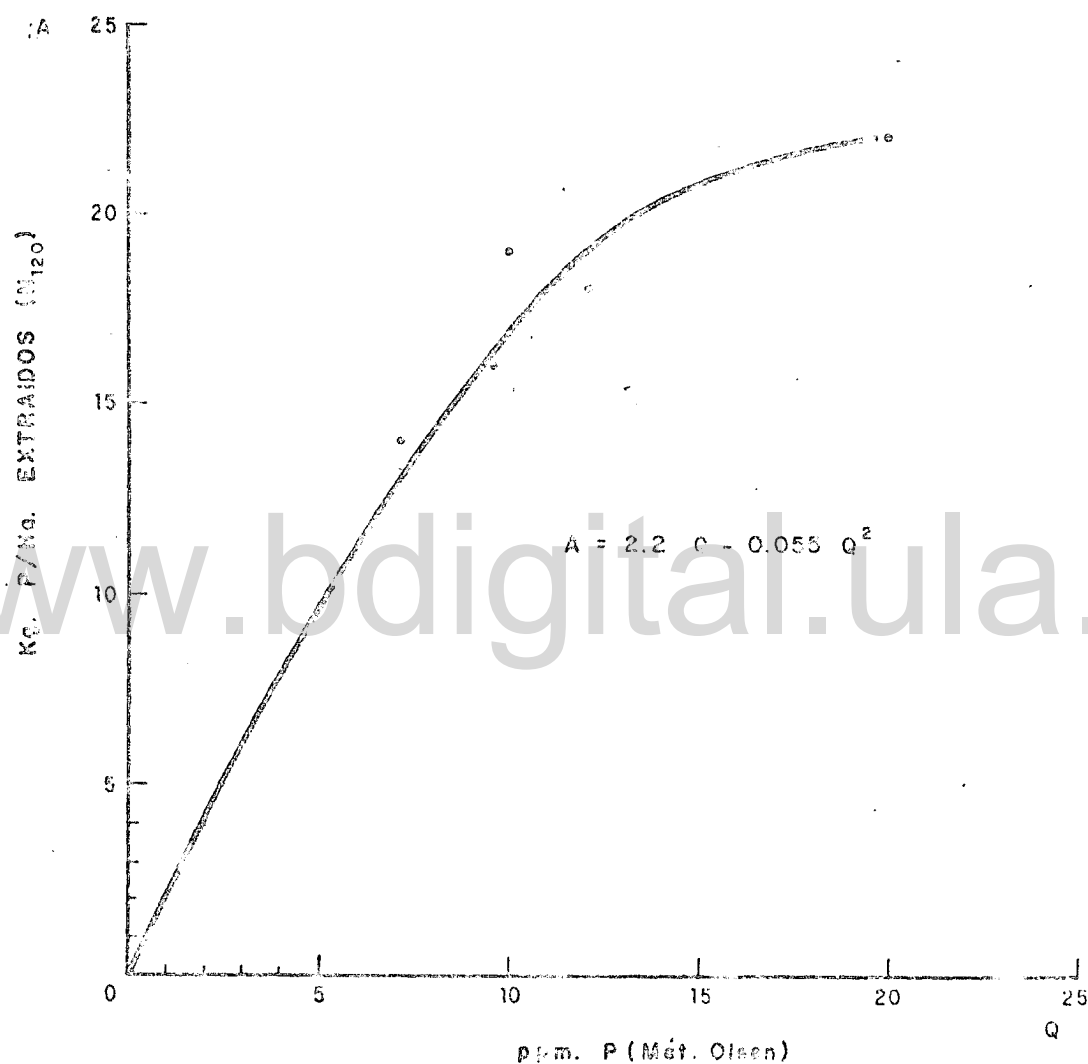


Figura 5.22: Fósforo soluble, determinado por el método Olsen, en relación con el extraído por la planta.

Por otra parte de (2) se tiene que:

$$F_o = \frac{Q_o}{0.053} \quad \text{y, } F_s = \frac{Q_s}{0.053}$$

de (3):

$$A_o = 2.2 Q_o - 0.055 Q_o^2$$

$$A_s = 2.2 Q_s - 0.055 Q_s^2$$

Sustituyendo en (4):

$$e = 0.117 - 0.0029 \left(\frac{Q_o^2 - Q_s^2}{Q_o - Q_s} \right) \quad (6)$$

reemplazando (5) y (6) en (1) se tiene finalmente:

$$F_e = \sqrt{1-y/Y} - \frac{0.5 \, g/n}{C/M. \left[0.117 - 0.0029 \left(\frac{Q_o^2 - Q_s^2}{Q_o - Q_s} \right) \right]} \left(\frac{f \, Y \cdot 0.45}{C/M. \left[0.117 - 0.0029 \left(\frac{Q_o^2 - Q_s^2}{Q_o - Q_s} \right) \right]} \right) \quad (7)$$

El valor óptimo químico, Q_o depende del potencial de crecimiento Y_o . - Por eso para cada valor esperado de producción máxima Y_{o1} , hay que calcular el correspondiente valor Q_{o1} . Esto se consigue admitiendo una relación cuadrática entre producción relativa y fertilidad relativa:

$$\frac{Q_o}{Q_{o1}} = 1 - \sqrt{1 - Y_o/Y_{o1}} \quad \text{o sea } Q_{o1} = \frac{Q_o}{1 - \sqrt{1 - Y_o/Y_{o1}}}$$

Para el presente ensayo el valor de Y_0 fue 6642 kg/ha. A éste estuvo asociado un valor Q_0 de 11.37 ppm. Por (5) se estima apta para esta cosecha una extracción igual a:

$$A_0 = \frac{6642 \cdot 0.45}{167} = 17.90 \text{ kg P/ha}$$

La eficiencia para $Q_s = 7.58$ y $Q_0 = 11.37$ fue del 6%. El máximo valor de eficiencia deducido de las relaciones anteriores para las condiciones de la experiencia es de 11%. Estos valores están dentro de los rangos dados por diferentes autores; Tisdale y Nelson (1966), citan un 12% como promedio con cultivo de maíz. Baeyens (1970), en ensayos a campo encontró, para distintos cultivos eficiencias de sólo un 3% y que en ensayos en tiestos variaba de 10 a 20%.

Se proponen estas relaciones para estimar las dosis económicas de fertilizante, para futuros cultivos de sorgo en la misma zona, contemplando variaciones previas y diferentes niveles de producción esperados. Las eficiencias estimadas se refieren solamente al tipo de abono, forma y oportunidad de aplicación empleados en este ensayo.

Estimación de las dosis económicas

Es interesante considerar algunos aspectos elementales económicos para plantear el problema de la rentabilidad del abonado.

Para abono nitrogenado: Urea

La relación entre el abono aplicado y la producción ha resultado ser lineal, por lo tanto, la rentabilidad es constante y solo depende del ingreso y del costo adicionales por unidad de nitrógeno. Si el costo es mayor o igual que el ingreso por unidad de nitrógeno, el abonado es antieconómico, si es menor, el óptimo económico ha de coincidir con el fisiológico.

Para el cálculo se ha considerado el gasto de traslado y aplicación, como equivalente al 10% del precio de mercado de la urea.

$$\text{Gasto de abonado} = \frac{B + B \cdot 0,10}{a}$$

B, precio de la urea, 0.438 Bs/kg

a, proporción de nitrógeno, 45%

$$\text{Ingreso} = n \cdot Y$$

n, valor comercial del grano, 0.80 Bs/kg

Y, producción, kg/ha, en este caso está expresada como la materia seca total; siendo el grano una proporción constante de la misma, la relación no se altera.

Utilizando para el cálculo los valores de producción ajustados por regresión, con una dosis de 80 kg de fósforo y tomando como máximo el óptimo fisiológico, 120 Kg N/ha, se obtiene los resultados que aparecen en el cuadro 5.2 y figura 5.23.

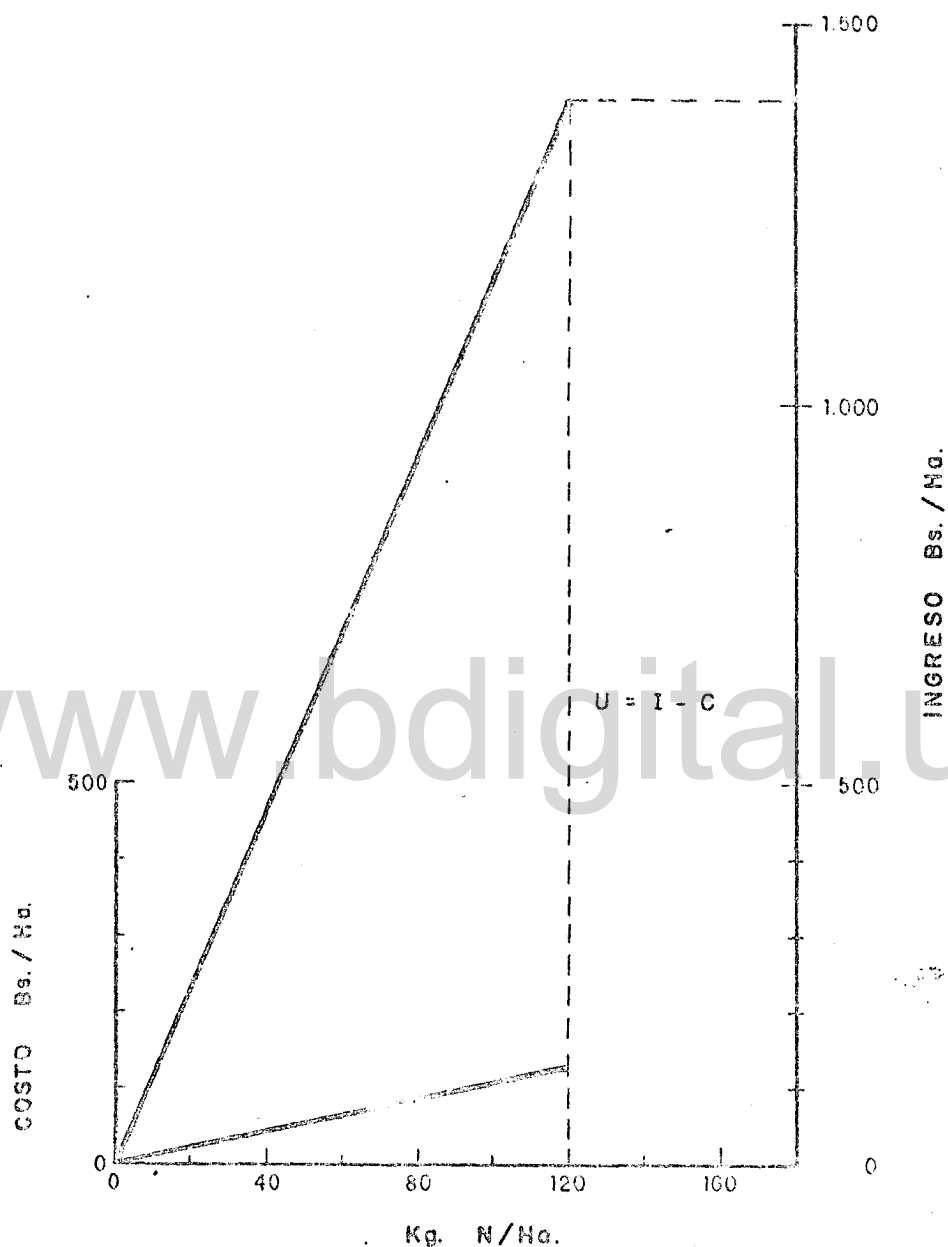


Figura 5.23: Utilidad producida por la diferencia entre el costo y el ingreso adicional, al aplicar fertilizantes nitrogenado (Urea).

CUADRO 5.2. Cálculo de las utilidades producidas por el abono fosforado

Dosis kg/ha	Costo adicional Bs/ha	Ingreso Bs/ha	Ingreso adicional Bs/ha	Utilidad Bs/ha
0	0	3912.8	0	0
40	42.80	4380.0	467.2	424.40
80	85.60	4846.40	933.60	848.00
120	128.40	5313.60	1400.80	1272.20

Para abono fosforado: superfosfato triple

Al estimar el costo de producción, no se incluyen gastos por operaciones adicionales de laboreo, ya que el abono ha de aplicarse junto con la semilla. Se considera un 5% de recargo al precio de mercado, por gastos de traslado y otras manipulaciones del abono.

Relación costo beneficio = g/n

$$g: \text{gasto de abonado} = \frac{B + B \cdot 0.05}{a}$$

B, precio del abono superfosfato triple, 358 Bs/ton

a, proporción del elemento fertilizante, 21%

n, valor comercial del grano, 800 Bs/ton.

Sustituyendo en la fórmula (7), para la producción máxima promedio de

6642 kg/ha de materia seca total, una fertilidad relativa de (0.67), lo que de termina una producción relativa de 0.93, y con una eficiencia de 6%, la dosis económica, Fe, sería:

$$Fe = 45 \text{ kg P/ha}$$

La dosis fisiológicamente óptima F, para esas condiciones

$$F = 80 \text{ kg P/ha.}$$

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

El aumento de la materia seca estuvo asociado con el aumento de las dosis de nitrógeno. La respuesta al fósforo fue ambigua, aunque se insinuó un efecto beneficioso en el primer período del desarrollo del cultivo y a altas dosis de nitrógeno. La dosis conveniente ajustada por regresión, fue 120 kg de nitrógeno y 80 kg de fósforo.

El crecimiento no se relacionó claramente con determinados niveles de concentración de nutrientes en la planta.

Las relaciones existentes entre: producción de materia seca, altura, extracción de nitrógeno, y fósforo relativas, con respecto al tiempo, hacen posible utilizarlas con fines de diagnóstico y manejo del cultivo.

Fue posible establecer ciertas relaciones básicas respecto a la eficiencia, absorción óptima de nutrientes y valores analíticos, con el fin de desarrollar una fórmula para el pronóstico de las necesidades futuras de abonos.

CAPITULO VII

RESUMEN

En la zona de riego de Sabaneta, Estado Barinas, se localizó un ensayo durante el primer semestre del año 1976, para establecer la respuesta del sorgo a la fertilización. El experimento se planificó centrado en el tipo y dosis de los elementos faltantes, estimados mediante el cálculo agrofísico, para una producción óptima.

Se empleó el diseño de bloques al azar con 11 tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables fueron nitrógeno y fósforo, aplicados en forma de urea y superfosfato triple, respectivamente.

El análisis estadístico de los resultados, realizados por distintos métodos, permitió establecer el abonado conveniente para esa oportunidad y proporcionó la información para estimar algunos de los parámetros con los cuales se ajustó las fórmulas de predicción, para condiciones relativamente cambiantes de clima y/o suelo, para esa zona, cultivo, tipo de abono y forma de aplicación.

El análisis posterior demostró que el aumento en la producción de materia seca estaba relacionado con la dosis de nitrógeno y no con el fósforo. Este elemento, sin embargo, fue beneficioso durante el primer período del desarrollo del cultivo, y a altas dosis de nitrógeno aumentó la resistencia de la planta y aceleró la floración. La dosis conveniente para esas condiciones, ajustada por regresión múltiple lineal, resultó ser de 120 kg/ha de nitrógeno y 80 kg/ha de fósforo.

Las relaciones obtenidas, expresadas en forma relativa, entre la producción de materia seca, altura de planta, extracción de nitrógeno y fósforo con respecto al tiempo, permitieron concluir que: a) las relaciones son de tipo sigmoideal, respondiendo al modelo de crecimiento limitado; b) hay una anticipación en la extracción de nitrógeno con relación a la formación de materia seca; c) la extracción de fósforo coincide con la formación de la materia seca; d) a los dos tercios del período de crecimiento, 60 días, la planta ya acumuló el 90% de los elementos mencionados; e) aproximadamente a los 45 días la planta concluye su crecimiento en altura. Estas consideraciones pueden servir de guía para decidir la época de aplicación de los fertilizantes y como control del estado del cultivo.

www.bdigital.ula.ve

A N E X O 1

Datos climáticos de la Estación Meteorológica Río Boconó IB - 26 tabulados en promedio semanales durante el período de desarrollo del cultivo de sorgo.

Meses	Viento a 0.6 m.	Luz	Radiación	Precipitación (acumulada)	Evaporación	Temperatura Media	Humedad relativa
Febrero	m/s	hs.	cal/cm ²	mm	mm	° C	%
1ra semana	0.70	7.0	369.3	0	57.8	26.9	58.4
2da semana	0.68	5.6	346.6	0	52.5	27.1	57.9
3ra semana	0.81	8.8	408.6	8.8	60.1	27.2	55.9
4ta semana	0.77	5.2	341.1	3.2	55.0	27.5	58.3
MARZO							
1ra semana	0.65	2.9	269.3	17.4	38.7	26.8	66.0
2da semana	0.83	6.4	404.6	0	52.7	28.5	55.9
3ra semana	0.69	2.9	305.9	13.2	39.1	27.5	64.0
4ta semana	0.62	4.5	334.3	3.4	68.0	27.5	57.0
ABRIL							
1ra semana	0.62	5.0	346.1	17.0	38.9	27.7	66.1
2da semana	0.69	5.2	365.1	2.4	50.5	28.0	62.7
3ra semana	0.55	2.4	273.4	16.7	26.3	24.8	79.7
4ta semana	0.55	2.6	292.6	124.8	36.7	25.8	82.3

ANEXO 2:

Morfología del Perfil de Observación, en la calicata de la parcela Experimental 2A-96.

- A P Gris a gris claro (5YR 6/1) en seco y gris oscuro (5YR-
(A1) 4/1) en húmedo; manchas rojizas (5YR 4/4) frecuentes ,
0 - 12 pequeñas y claras; arcillo-limoso; maciza; estremadamente
 dura, muy firme, ligeramente pegajoso, ligeramente
 plástico: permeabilidad lenta: raíces medias, finas ,
 pocas; actividad biológica regular: poros finos a muy -
 finos pocos, discontinuos y caóticos, tubulares simple;
 no reacciona al HCl; reacción moderada al agua oxigena-
 da del 30%; límite gradual, ondulado; no se tomó pH en
 el campo.
- A 12 Gris a gris claro (10YR 6/1) en seco y gris (10YR 4/1)
(A2) en húmedo; manchas pardo rojizas (5YR 4/3) pocas, peque-
12 - 30 ñas, claras, arcillo-limoso; maciza; muy dura, muy firme;
 pegajoso, plástico; permeabilidad lenta a moderada lenta;
 raíces muy finas y finas frecuentes; poros frecuentes fi-
 nos, discontinuos y caóticos; actividad biológica escasa;
 reacción fuerte al agua oxigenada; límite gradual, ondulado.
 Presenta Oolitas de Fe, frecuentes y finas.

B 21 Gris pardusco claro (10YR 6/2) en seco, gris oscuro
 (B1) (10YR 4/1) en húmedo, manchas pardo-amarillentas (10YR 5/4)
 30 - 46 frecuentes, pequeña y tenues; arcillo-limoso; bloques sub-
 angulares, moderados, medios: ligeramente pegajoso, plás-
 tico; permeabilidad moderadamente lenta a lenta; activi-
 dad biológica escasa; raíces pocas, finas; poros frecuen-
 tes, finos, tubulares, discontinuos caóticos, imped; reac-
 ción al agua oxigenada moderada; límite gradual, plano. -
 Presenta Oolitas de Fe, muchas finas a medias.

B 22 Gris (10YR 5/1) en húmedo; manchas pardo amarillentas
 (B2) (10YR 5/4), frecuentes medianas, tenues; franco-arcillo-
 46 - 70 limoso; bloque angulares, fuertes, medio a grueso; pega-
 joso, plástico; raíces muy finas, pocas; poros pocos, fi-
 nos, caóticos; reacción moderada al agua oxigenada; lími-
 te gradual, plano. Presenta muchas Oolitas de Fe, finas
 a muy finas.

Observación: En este estrato se notó la presencia alta de
 humedad que hace pensar en un nivel freático.

C I Marrón (10YR 5/3) y marrón claro (10YR 6/3) en seco; ma-
 (C1) rrón oscuro a marrón (10YR 4/3) en húmedo; manchas grises
 70 - 101 (10YR 5/1) pocas, pequeñas, claras; franco-arcillo-limoso;
 prismas muy finos; moderados, fuertes; ligeramente pegajo-

so, ligeramente plástico; raíces muy finas, pocas; poros pocos, muy finos; reacción moderada al agua oxigenada; límite abrupto, ondulado.

C 11	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) y pardo amarillento
(C2)	(10YR 5/6) en húmedo; manchas grises (10YR 5/1) pocas;
101 - 140	pequeñas, claras; arcilloso; maciza, plástico, pegajoso; reacción fuerte al agua oxigenada.

Observaciones: Hasta la capa del CI se presentan en el perfil muchas concreciones u Oolitas de Fe, finas a medianas.

ANEXO 3.1

Análisis de suelo del Campo Experimental realizados antes de localizar el ensayo

Profundidad	pH	C.O	N	P	K	Mg	Ca	C.E.
- cm	1:2	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	mgos 10^{-5}
0 - 20	6.65	1.72	0.158	7.73	155	350	1825	15.70
20 - 40	5.95	0.63	0.072	2.94	155	330	2325	11.20
40 - 60	5.85	0.51	0.061	1.10	135	385	2275	10.40
0 - 20	6.70	1.57	0.140	5.89	115	205	2150	14.70
20 - 40	5.80	0.66	0.095	4.42	115	300	1950	11.00
40 - 60	5.70	0.61	0.083	0.74	115	400	1875	9.00
0 - 20	7.70	1.36	0.131	8.83	190	230	1825	22.00
20 - 40	7.25	1.01	0.105	5.15	180	250	1150	23.00
40 - 60	6.85	0.58	0.089	2.21	135	450	1800	12.40
0 - 20	6.45	1.11	0.105	4.05	115	250	1825	14.00
20 - 40	6.30	0.94	0.083	3.31	120	430	1675	14.40
40 - 60	6.20	0.30	0.066	0.74	115	640	1750	10.20
0 - 20	6.80	1.62	0.149	2.94	155	290	1875	11.20
20 - 40	6.70	0.66	0.088	0.74	140	375	1650	9.50
40 - 60	6.40	0.56	0.070	0.37	155	500	1750	11.80
0 - 20	6.50	1.26	0.123	5.52	120	245	1675	10.40
20 - 40	6.30	0.67	0.070	1.84	120	460	1675	9.80
40 - 60	6.80	0.40	0.079	1.84	135	540	1825	11.00

Continuación anexo 3.1.

Profundidad	pH	C.O	N	P	K	Mg	Ca	C.E.
- cm	1:2	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	Mhos 10^{-5}
0 - 20	7.15	1.62	0.123	5.52	175	230	1950	11.80
20 - 40	6.70	0.72	0.096	1.10	155	360	1675	10.30
40 - 60	6.50	0.67	0.079	2.21	115	660	1900	10.00
0 - 20	7.65	1.36	0.105	6.99	135	395	1500	13.00
20 - 40	7.30	0.72	0.061	1.10	100	405	1175	10.40
40 - 60	6.45	0.67	0.057	1.84	100	405	1050	9.30
0 - 20	6.65	1.56	0.123	6.62	155	405	1525	10.85
20 - 40	6.15	0.77	0.088	2.58	115	450	1425	9.10
40 - 60	6.20	0.57	0.070	1.47	115	550	2425	8.80
0 - 20	6.85	1.57	0.158	7.36	180	385	1425	13.00
20 - 40	6.50	0.87	0.088	2.58	115	440	1300	11.20
40 - 60	6.45	0.82	0.079	1.84	115	525	1500	11.20
0 - 20	6.70	1.46	0.123	4.42	155	480	1650	10.50
20 - 40	6.05	0.82	0.079	0.37	115	480	1425	8.90
40 - 60	6.15	0.67	0.074	0.37	120	550	1350	10.20
0 - 20	6.85	1.82	0.149	8.83	175	425	1675	15.50
20 - 40	6.50	0.82	0.079	1.10	115	500	1350	11.00
40 - 60	6.10	0.67	0.070	0.37	115	550	1350	9.30

ANEXO 3.2

CUADRO 2. Contenido promedio de nitratos, por bloques y a dos profundidades de suelo; muestras tomadas al establecer el ensayo.

Bloque	nitrógeno en mgr/kg de suelo	
	0 - 20 (cm)	20 - 40 (cm)
I	9.20	7.86
II	15.67	5.99
III	13.99	7.08
IV	22.59	7.14

ANEXO 4

RELACION DUSTS FERTILIZANTE VS NAI SECO 410 CORTE (90 DIAS)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_MLS

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROD > F	P-SQUARE	C-V6
REGRESSION	5	54291720.194092	10858344.038184	5.16816**	0.0015	0.45007070	246.71819
ERROR	304	81413504.23772616	2142473.00625505				PROD_MLS MEAN
CORRECTED TOTAL	43	135705314.43181820				1463.71547095	5921.61364

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROD > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROD > F
INTERCEPT	1	45675377.25400070	21.3101*	0.0001	2136890.83470774	0.00730	0.9343
NTPODEM	1	261068.17352597	5.2146*	0.0246	14254.7535418	0.00645	0.8174
POCEFO	1	7285070.48160482	3.4433	0.0730	20549.0507632	0.02318	0.8798
POSEFO	1	861601.0180084	0.8627	0.3597	45480.0508348	0.21728	0.8476
RES	1	7444.32558485	0.00347	0.8533	7444.32558485	0.00347	0.9533

SOURCE	R VALUES	T FOR H0:R=0	PROD > T	STD ERR R	STD R VALUES
INTERCEPT	0.4255	12550000	0.0001	517.59153080	0.00000
NTPODEM	0.1575	132791	0.3243	15.77188007	0.50746449
POCEFO	0.0090	0.00157	0.9854	0.11894001	-0.0473226
POSEFO	0.0241	0.02558	0.8798	12.44352488	0.05486298
RES	0.0000	0.00000	0.8476	0.10477483	0.14919743
NT	0.0000	0.00000	0.9533	0.12477295	0.02780825

RMS NUMBER	PROD_MLS	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	5000	5000.0000000	4255.125500000	844.875000000	3201.52344490	5312.74311510
2	5216	5216.0000000	4255.125500000	960.875000000	3201.52344490	5312.74311510
3	5216	5216.0000000	4255.125500000	960.875000000	3201.52344490	5312.74311510
4	5216	5216.0000000	4255.125500000	960.875000000	3201.52344490	5312.74311510
5	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
6	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
7	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
8	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
9	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
10	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
11	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
12	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
13	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
14	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
15	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
16	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
17	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
18	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
19	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
20	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
21	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
22	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
23	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
24	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
25	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
26	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
27	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
28	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
29	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
30	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
31	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
32	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
33	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
34	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510
35	5074	5074.0000000	4255.125500000	818.875000000	3201.52344490	5312.74311510

RELACION DOSIS FERTILIZANTE VS MAT SECO Y TO CORTE (90 DIAS)
ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_M_S

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	2	33418222.33318183	2670411.41590901	13.30021	0.0001	0.39343840	23.92392 8
ERROR	43	82286491.59863634	2006987.54996474				
CORRECTED TOTAL	43	135705314.43181920				STD DEV 1416.68189795	PROD_M_S MEAN 5921.61364

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
NITROGEN	1	45425377.28469079	22.75019	0.0001	24687852.68433059	12.39093	0.0011
PHOSPHOR	1	7743445.54909091	3.85824	0.0563	7743445.54909091	3.85824	0.0563

SOURCE	B VALUES	T FOR H0:B=0	PROB > T	STD ERR B	STD B VALUES
INTERCEPT	4130.20000000	10.11882	0.0001	408.0666757	0.0
NITROGEN	14.52680482	3.50727	0.0011	4.2978321	0.14982201
PHOSPHOR	5.41950000	1.195424	0.0563	4.50545986	0.26912797

DOS NUMBER	PROD_M_S	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	5309	5069.00000000	4130.20000000	899.80000000	3212.20074086	4944.10023914
2	5214	5214.00000000	4130.20000000	1083.80000000	3212.20074086	4944.10023914
3	5294	5294.00000000	4130.20000000	1163.80000000	3212.20074086	4944.10023914
4	5377	5377.00000000	4130.20000000	1246.80000000	3212.20074086	4944.10023914
5	5173	5173.00000000	4130.20000000	1042.80000000	3212.20074086	4944.10023914
6	5074	5074.00000000	4130.20000000	943.80000000	3212.20074086	4944.10023914
7	5654	5654.00000000	4130.20000000	1523.80000000	3212.20074086	4944.10023914
8	5305	5305.00000000	4130.20000000	1174.80000000	3212.20074086	4944.10023914
9	5393	5393.00000000	4130.20000000	1262.80000000	3212.20074086	4944.10023914
10	5377	5377.00000000	4130.20000000	1246.80000000	3212.20074086	4944.10023914
11	5273	5273.00000000	4130.20000000	1142.80000000	3212.20074086	4944.10023914
12	5273	5273.00000000	4130.20000000	1142.80000000	3212.20074086	4944.10023914
13	5294	5294.00000000	4130.20000000	1163.80000000	3212.20074086	4944.10023914
14	5149	5149.00000000	4130.20000000	1018.80000000	3212.20074086	4944.10023914
15	5116	5116.00000000	4130.20000000	985.80000000	3212.20074086	4944.10023914
16	5299	5299.00000000	4130.20000000	1168.80000000	3212.20074086	4944.10023914
17	5149	5149.00000000	4130.20000000	1018.80000000	3212.20074086	4944.10023914
18	5572	5572.00000000	4130.20000000	1441.80000000	3212.20074086	4944.10023914
19	5642	5642.00000000	4130.20000000	1511.80000000	3212.20074086	4944.10023914
20	5643	5643.00000000	4130.20000000	1512.80000000	3212.20074086	4944.10023914
21	5377	5377.00000000	4130.20000000	1246.80000000	3212.20074086	4944.10023914
22	5309	5309.00000000	4130.20000000	1178.80000000	3212.20074086	4944.10023914
23	5219	5219.00000000	4130.20000000	1088.80000000	3212.20074086	4944.10023914
24	5273	5273.00000000	4130.20000000	1142.80000000	3212.20074086	4944.10023914
25	5217	5217.00000000	4130.20000000	1086.80000000	3212.20074086	4944.10023914
26	5273	5273.00000000	4130.20000000	1142.80000000	3212.20074086	4944.10023914
27	5183	5183.00000000	4130.20000000	1052.80000000	3212.20074086	4944.10023914
28	5183	5183.00000000	4130.20000000	1052.80000000	3212.20074086	4944.10023914
29	5304	5304.00000000	4130.20000000	1173.80000000	3212.20074086	4944.10023914
30	5214	5214.00000000	4130.20000000	1083.80000000	3212.20074086	4944.10023914
31	5273	5273.00000000	4130.20000000	1142.80000000	3212.20074086	4944.10023914
32	5125	5125.00000000	4130.20000000	994.80000000	3212.20074086	4944.10023914
33	5125	5125.00000000	4130.20000000	994.80000000	3212.20074086	4944.10023914
34	5146	5146.00000000	4130.20000000	1015.80000000	3212.20074086	4944.10023914
35	5294	5294.00000000	4130.20000000	1163.80000000	3212.20074086	4944.10023914
36	5229	5229.00000000	4130.20000000	1098.80000000	3212.20074086	4944.10023914
37	5049	5049.00000000	4130.20000000	918.80000000	3212.20074086	4944.10023914
38	5011	5011.00000000	4130.20000000	880.80000000	3212.20074086	4944.10023914

ANEXO 5

RELACION DOSIS FERTILIZANTE VS MAT SECO ATO CORTE (90 DIAS)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_M_S

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	1	45675377.28409092	45675377.28409092	21.30809	0.0001	0.93657764	24.72457 8
ERROR	42	90029937.14772726	2143569.93208374				
CORRECTED TOTAL	43	135705314.43181820					
						STD DEV	PROD_M_S MEAN
						1444.09355305	8071.61364

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
NITROGEN	1	45675377.28409092	21.30809	0.0001	45675377.28409092	21.30809	0.0001

SOURCE	B VALUES	T FOR HO:B=0	PROB > T	STD ERR B	STD B VALUES
INTERCEPT	4480.72727273	11.72049	0.0001	381.29695072	0.0
NITROGEN	18.01107955	4.31507	0.0001	3.90102243	0.58018314

OBS NUMBER	PROD_M_S	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	5098	5098.00000000	4480.72727273	617.27272727	3709.22019441	5252.03435084
2	5216	5216.00000000	4480.72727273	735.27272727	3709.22019441	5252.03435084
3	5284	5284.00000000	4480.72727273	803.27272727	3709.22019441	5252.03435084
4	5352	5352.00000000	4480.72727273	871.27272727	3709.22019441	5252.03435084
5	5420	5420.00000000	4480.72727273	939.27272727	3709.22019441	5252.03435084
6	5488	5488.00000000	4480.72727273	1007.27272727	3709.22019441	5252.03435084
7	5556	5556.00000000	4480.72727273	1075.27272727	3709.22019441	5252.03435084
8	5624	5624.00000000	4480.72727273	1143.27272727	3709.22019441	5252.03435084
9	5692	5692.00000000	4480.72727273	1211.27272727	3709.22019441	5252.03435084
10	5760	5760.00000000	4480.72727273	1279.27272727	3709.22019441	5252.03435084
11	5828	5828.00000000	4480.72727273	1347.27272727	3709.22019441	5252.03435084
12	5896	5896.00000000	4480.72727273	1415.27272727	3709.22019441	5252.03435084
13	5964	5964.00000000	4480.72727273	1483.27272727	3709.22019441	5252.03435084
14	6032	6032.00000000	4480.72727273	1551.27272727	3709.22019441	5252.03435084
15	6100	6100.00000000	4480.72727273	1619.27272727	3709.22019441	5252.03435084
16	6168	6168.00000000	4480.72727273	1687.27272727	3709.22019441	5252.03435084
17	6236	6236.00000000	4480.72727273	1755.27272727	3709.22019441	5252.03435084
18	6304	6304.00000000	4480.72727273	1823.27272727	3709.22019441	5252.03435084
19	6372	6372.00000000	4480.72727273	1891.27272727	3709.22019441	5252.03435084
20	6440	6440.00000000	4480.72727273	1959.27272727	3709.22019441	5252.03435084
21	6508	6508.00000000	4480.72727273	2027.27272727	3709.22019441	5252.03435084
22	6576	6576.00000000	4480.72727273	2095.27272727	3709.22019441	5252.03435084
23	6644	6644.00000000	4480.72727273	2163.27272727	3709.22019441	5252.03435084
24	6712	6712.00000000	4480.72727273	2231.27272727	3709.22019441	5252.03435084
25	6780	6780.00000000	4480.72727273	2299.27272727	3709.22019441	5252.03435084
26	6848	6848.00000000	4480.72727273	2367.27272727	3709.22019441	5252.03435084
27	6916	6916.00000000	4480.72727273	2435.27272727	3709.22019441	5252.03435084
28	6984	6984.00000000	4480.72727273	2503.27272727	3709.22019441	5252.03435084
29	7052	7052.00000000	4480.72727273	2571.27272727	3709.22019441	5252.03435084
30	7120	7120.00000000	4480.72727273	2639.27272727	3709.22019441	5252.03435084
31	7188	7188.00000000	4480.72727273	2707.27272727	3709.22019441	5252.03435084
32	7256	7256.00000000	4480.72727273	2775.27272727	3709.22019441	5252.03435084
33	7324	7324.00000000	4480.72727273	2843.27272727	3709.22019441	5252.03435084
34	7392	7392.00000000	4480.72727273	2911.27272727	3709.22019441	5252.03435084
35	7460	7460.00000000	4480.72727273	2979.27272727	3709.22019441	5252.03435084
36	7528	7528.00000000	4480.72727273	3047.27272727	3709.22019441	5252.03435084
37	7596	7596.00000000	4480.72727273	3115.27272727	3709.22019441	5252.03435084
38	7664	7664.00000000	4480.72727273	3183.27272727	3709.22019441	5252.03435084
39	7732	7732.00000000	4480.72727273	3251.27272727	3709.22019441	5252.03435084
40	7800	7800.00000000	4480.72727273	3319.27272727	3709.22019441	5252.03435084
41	7868	7868.00000000	4480.72727273	3387.27272727	3709.22019441	5252.03435084
42	7936	7936.00000000	4480.72727273	3455.27272727	3709.22019441	5252.03435084
43	8004	8004.00000000	4480.72727273	3523.27272727	3709.22019441	5252.03435084

ANEXO 6

RELACION DOSIS FERTILIZANTE VS MAT SECO 4TO CORTE (90 DIAS)
ANALYSIS OF VARIANCE TABLE , REGRESSION COEFFICIENTS , AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_MLS

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	1	28730963.14885123	28730963.14885123	11.28028	0.0017	0.21171583	26.99141 5
ERROR	42	106974351.28296490	2547008.36380317				
CORRECTED TOTAL	43	135705314.43181020					
						STD DEV	PROD_MLS MEAN
						1095.92491976	8921.61864

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
FOSFORO	1	28730963.14885110	11.28028	0.0017	28730963.14885110	11.28028	0.0017

SOURCE	B VALUES	T FOR H0:B=0	PROB > T	STD ERR B	STD B VALUES
INTERCEPT	6843.44780220	12.07331	0.0001	401.16996607	0.0
FOSFORO	16.47197802	3.35861	0.0017	4.90439959	0.46012588

GPS NUMBER	PROD_MLS	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	5098	5098.00000000	4843.44780220	254.55219780	4033.85766425	5953.07733575
2	5216	5216.00000000	4843.44780220	372.55219780	4033.85766425	5953.07733575
3	3296	3296.00000000	4843.44780220	-1547.44780220	4033.85766425	5953.07733575
4	2777	2777.00000000	4843.44780220	-2066.44780220	4033.85766425	5953.07733575
5	5103	5103.00000000	4843.44780220	259.55219780	4033.85766425	5953.07733575
6	5974	5974.00000000	4843.44780220	1130.55219780	4033.85766425	5953.07733575
7	3664	3664.00000000	4843.44780220	-1179.44780220	4033.85766425	5953.07733575
8	3325	3325.00000000	4843.44780220	-1518.44780220	4033.85766425	5953.07733575
9	2683	2683.00000000	4843.44780220	-2160.44780220	4033.85766425	5953.07733575
10	5177	5177.00000000	6161.20604396	-984.20604396	5654.77240424	6667.63968576
11	9269	9269.00000000	6161.20604396	3107.79395604	5654.77240424	6667.63968576
12	2901	2901.00000000	6161.20604396	-3260.20604396	5654.77240424	6667.63968576
13	4983	4983.00000000	6161.20604396	-1178.20604396	5654.77240424	6667.63968576
14	3149	3149.00000000	6161.20604396	-3012.20604396	5654.77240424	6667.63968576
15	6016	6016.00000000	6161.20604396	-145.20604396	5654.77240424	6667.63968576
16	4398	4398.00000000	6161.20604396	-1763.20604396	5654.77240424	6667.63968576
17	7148	7148.00000000	6161.20604396	986.79395604	5654.77240424	6667.63968576
18	7572	7572.00000000	6161.20604396	1410.79395604	5654.77240424	6667.63968576
19	4063	4063.00000000	6161.20604396	-2098.20604396	5654.77240424	6667.63968576
20	2466	2466.00000000	6161.20604396	-3695.20604396	5654.77240424	6667.63968576
21	6376	6376.00000000	6161.20604396	214.79395604	5654.77240424	6667.63968576
22	7023	7023.00000000	6161.20604396	861.79395604	5654.77240424	6667.63968576
23	5312	5312.00000000	6161.20604396	-849.20604396	5654.77240424	6667.63968576
24	6625	6625.00000000	6161.20604396	453.79395604	5654.77240424	6667.63968576
25	5917	5917.00000000	6161.20604396	-244.20604396	5654.77240424	6667.63968576
26	7331	7331.00000000	6161.20604396	1169.79395604	5654.77240424	6667.63968576
27	8193	8193.00000000	6161.20604396	2021.79395604	5654.77240424	6667.63968576
28	6473	6473.00000000	6161.20604396	1169.79395604	5654.77240424	6667.63968576
29	4390	4390.00000000	4843.44780220	-453.44780220	4033.85766425	5953.07733575
30	7214	7214.00000000	4843.44780220	2370.55219780	4033.85766425	5953.07733575
31	6551	6551.00000000	4843.44780220	1707.55219780	4033.85766425	5953.07733575
32	5745	5745.00000000	4843.44780220	901.55219780	4033.85766425	5953.07733575
33	5146	5146.00000000	4843.44780220	302.55219780	4033.85766425	5953.07733575
34	6140	6140.00000000	5992.32692308	437.67337692	4953.31607308	6049.33772692
35	7581	7581.00000000	5992.32692308	1589.67337692	4953.31607308	6049.33772692
36	6349	6349.00000000	5992.32692308	356.67337692	4953.31607308	6049.33772692
37	5970	5970.00000000	6820.18516484	-849.18516484	6094.00083516	7546.18516484
38	6811	6811.00000000	6820.18516484	-9.18516484	6094.00083516	7546.18516484
39	6645	6645.00000000	6820.18516484	-175.18516484	6094.00083516	7546.18516484
40	7020	7020.00000000	6820.18516484	199.81483516	6094.00083516	7546.18516484
41	5413	5413.00000000	7478.96428571	-2065.96428571	6424.73354692	8532.19501408
42	8762	8762.00000000	7478.96428571	1283.03571429	6424.73354692	8532.19501408
43	9241	9241.00000000	7478.96428571	1762.03571429	6424.73354692	8532.19501408

ANEXO 7

CONTENIDO EN % N Y P VS MAT SECO SEGUNDO GRATE (47 DIAS)
ANALYSIS OF VARIANCE TABLE REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_M_5

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	5	8081957.73845420	1616391.54769084	1.99436	0.1010	0.20796812	35.85000 8
ERROR	34	30794255.42163673	89983.1105939				
CORRECTED TOTAL	43	38876217.15999193				STD DEV	PROD_M_5 MEAN
						900.26691102	2911.20100

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
NITROGEN	1	808544.16210169	1.12099	0.2964	31440.88516155	0.03479	0.8449
NITROGEN	1	1049619.44801735	1.29136	0.2629	1278811.15233077	1.57784	0.2187
PHOSPHOR	1	3259001.21665859	4.11944	0.0521	376936.12282667	0.46281	0.5005
PHOSPHOR	1	843500.13497259	1.04083	0.3141	2213321.59278117	2.73088	0.1097
PHOSPHOR	1	2025224.15666361	2.49979	0.1222	2925224.15666361	2.49879	0.1222

SOURCE	B VALUES	T FOR HO:B=0	PROB > T	STD ERR B	STD B VALUES
INTERCEPT	-316.85115514	-0.05702	0.9549	5566.76610506	0.0
NITROGEN	678.34610248	0.12696	0.8449	1444.03380061	0.28572662
PHOSPHOR	-1162.97753375	-1.25612	0.2167	926.66380453	-1.03664460
PHOSPHOR	18785.64245613	0.00015	0.9905	27419.16222907	0.98277773
PHOSPHOR	-84768.00180770	-1.65254	0.1067	51218.5725618	-2.72354901
PHOSPHOR	14077.23599570	1.58070	0.1222	8916.03751349	2.52310931

OPS NUMBER	PROD_M_5	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	2106	2106.00000000	2460.92769112	-354.92769112	1975.73019781	2346.12518243
2	1921	1921.00000000	2861.04520333	-940.04520333	2421.04520333	3302.04520333
3	2970	2970.00000000	2283.06772481	686.93227519	1618.16772481	2947.06772481
4	1927	1927.00000000	1232.77157279	1694.22842721	420.07745707	2047.07745707
5	2316	2316.00000000	2676.51081189	-560.51081189	2449.44331946	3301.07793630
6	2412	2412.00000000	2676.51081189	-264.51081189	2449.44331946	3301.07793630
7	1953	1953.00000000	1720.00000000	233.00000000	1044.00000000	2862.00000000
8	1973	1973.00000000	2134.33230915	-971.33230915	1937.47446103	2971.19015727
9	1173	1173.00000000	554.77709228	618.22290772	104.00000000	2102.00000000
10	2102	2102.00000000	2460.92769112	-358.92769112	1975.73019781	2346.12518243
11	1954	1954.00000000	1720.00000000	234.00000000	1044.00000000	2862.00000000
12	1455	1455.00000000	1562.00000000	-107.00000000	644.00000000	2466.00000000
13	4162	4162.00000000	287.00000000	3885.00000000	2455.33154601	3868.66845399
14	2193	2193.00000000	2846.70177113	-653.70177113	1642.25000000	3491.15354601
15	1958	1958.00000000	1720.00000000	238.00000000	1044.00000000	2862.00000000
16	1741	1741.00000000	1107.00000000	634.00000000	107.00000000	2435.00000000
17	2080	2080.00000000	2431.17662791	-351.17662791	2437.14545582	3323.00000000
18	3095	3095.00000000	2386.12210223	708.87789777	1730.00000000	4460.00000000
19	2719	2719.00000000	276.00000000	2443.00000000	2027.00000000	3411.00000000
20	2787	2787.00000000	2636.82132255	150.17867745	2492.1401647	3081.4297353
21	3099	3099.00000000	2831.00000000	268.00000000	2112.24492288	3485.75507712
22	2970	2970.00000000	2283.06772481	686.93227519	1618.16772481	2947.06772481
23	1979	1979.00000000	2134.33230915	-971.33230915	1937.47446103	2971.19015727
24	1177	1177.00000000	554.77709228	618.22290772	104.00000000	2102.00000000
25	4160	4160.00000000	287.00000000	3883.00000000	2455.33154601	3868.66845399
26	2199	2199.00000000	2846.70177113	-647.70177113	1642.25000000	3491.15354601
27	4161	4161.00000000	287.00000000	3884.00000000	2455.33154601	3868.66845399
28	1177	1177.00000000	554.77709228	618.22290772	104.00000000	2102.00000000
29	2723	2723.00000000	276.00000000	2447.00000000	2027.00000000	3411.00000000
30	2722	2722.00000000	276.00000000	2446.00000000	2028.00000000	3410.00000000
31	2622	2622.00000000	276.00000000	2346.00000000	2140.00000000	3504.00000000
32	2621	2621.00000000	276.00000000	2345.00000000	2141.00000000	3503.00000000
33	2620	2620.00000000	276.00000000	2344.00000000	2142.00000000	3502.00000000
34	2619	2619.00000000	276.00000000	2343.00000000	2143.00000000	3501.00000000

ANEXO 8

105

CONTINUED FIVE N Y P VS. MAT SECU SECUINDO CORTE (47 DIAS)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_MLS

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	2	4866807.12172862	2433403.56086431	2.92462	0.0628	0.12522102	36.26923
ERROR	41	34011410.00736231	829546.5827713				
CORRECTED TOTAL	43	38879217.15909093					
						STD DEV	PROD_MLS MEAN
						910.79448001	2911.20455

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
NITROGEN	1	909544.19210163	1.09523	0.3014	1920077.88260533	2.31461	0.1358
PHOSPHOR	1	3900262.92462696	4.77401	0.0347	3960262.92462696	4.77401	0.0347

SOURCE	B VALUES	T FOR HO:B=0	PROB > T	STD ERR B	STD B VALUES
INTERCEPT	3319.97336489	3.55376	0.0010	933.03385808	0.0
NITROGEN	842.14524522	0.02173	0.9831	356.35100075	0.22335855
PHOSPHOR	-6246.57150596	-2.10477	0.0347	2858.01019202	-0.32795929

OBS NUMBER	PROD_MLS	UNOBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	2164	2164.00000000	2249.06905039	-143.06905039	1897.28643390	2400.55105697
2	1921	1921.00000000	2293.15500241	-446.15500241	2204.92120417	2377.47880065
3	1677	1677.00000000	2288.97427254	-692.02527254	1764.64455203	2411.29900055
4	1427	1427.00000000	1864.57011165	-437.57011165	1243.33043311	2485.80978858
5	2316	2316.00000000	2143.62086747	222.086747	2325.08420134	2307.15253359
6	2472	2472.00000000	2643.62086747	-171.62086747	2325.08420134	2619.15253359
7	1953	1953.00000000	1980.50164394	-24.50164394	1449.26248043	2522.74044750
8	1183	1183.00000000	2081.42086747	-918.42086747	1414.45448013	2548.36322373
9	1473	1473.00000000	2440.42463937	-967.42463937	1941.42294755	2539.44433119
10	1182	1182.00000000	2118.42086747	-936.42086747	1370.45448013	2464.36322373
11	1684	1684.00000000	2143.62086747	-459.62086747	1584.21336257	2488.00971679
12	1455	1455.00000000	1864.57011165	-409.57011165	1214.65448013	2514.48912139
13	4142	4142.00000000	2744.42463937	-1322.42463937	2391.43294755	3096.14743366
14	2194	2194.00000000	2542.83737278	-348.83737278	1945.92313577	3000.75480979
15	1684	1684.00000000	2777.83349313	-1093.83349313	2447.23642322	3006.37557303
16	1741	1741.00000000	1845.71334712	-114.71334712	1137.72017441	2503.70117441
17	2270	2270.00000000	2540.67998947	-320.67998947	2108.41644166	2972.74243724
18	2185	2185.00000000	2280.47346716	-155.47346716	1631.43644255	2762.94043724
19	2789	2789.00000000	2912.24023443	-123.24023443	2444.09642260	3338.59384485
20	2747	2747.00000000	2835.41753065	-88.58253065	2273.19493484	3000.75480979
21	3449	3449.00000000	3334.16639732	-114.83360268	1916.94493647	3387.44414917
22	2598	2598.00000000	3034.17013181	-436.17013181	2532.19392289	2757.45444917
23	3170	3170.00000000	2875.15801220	-704.84898780	2211.21524961	3328.69078999
24	1877	1877.00000000	1845.71334712	-31.28665288	1175.45448013	2571.96996035
25	4158	4158.00000000	2443.62086747	-1714.37913253	2067.82217626	2748.92316428
26	2194	2194.00000000	2542.83737278	-348.83737278	2122.72053311	3072.92316428
27	4101	4101.00000000	2543.62086747	-159.62086747	2246.03094433	2854.60978858
28	1877	1877.00000000	2972.9411187	-1095.9411187	2250.12413253	2695.75800055
29	2723	2723.00000000	3146.71117250	-423.71117250	2447.16492885	3039.25717135
30	2972	2972.00000000	3014.48083736	-41.51916264	2357.16492885	3187.40078999
31	2627	2627.00000000	2914.46759189	-287.46759189	2357.16492885	3097.40078999
32	2624	2624.00000000	2293.15500241	330.84499759	2441.43644255	3000.75480979
33	2624	2624.00000000	2293.15500241	330.84499759	2441.43644255	3000.75480979
34	2624	2624.00000000	2293.15500241	330.84499759	2441.43644255	3000.75480979
35	2624	2624.00000000	2293.15500241	330.84499759	2441.43644255	3000.75480979
36	2624	2624.00000000	2293.15500241	330.84499759	2441.43644255	3000.75480979
37	2242	2242.00000000	2211.46722924	20.53277076	1912.92562924	2571.40882924
38	4677	4677.00000000	2654.2365465	-141.7634535	2343.31069444	2990.13813495
39	4677	4677.00000000	2654.2365465	-141.7634535	2343.31069444	2990.13813495
40	1247	1247.00000000	2211.46722924	-964.46722924	1822.4506755	2600.46422924
41	1247	1247.00000000	2211.46722924	-964.46722924	1822.4506755	2600.46422924

ANEXO 9

COMEN. EN % DE M Y P VS MAT SECO PRIMER CORTE 126 DIAS

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE CON CUATRO VARIABLES INDEPENDIENTES Y UNA VARIABLE DEPENDIENTE

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROR > F	R-SQUARED	C.V.
REGRESSION	4	1411.54731133	352.88682783	10.0433	0.0000	0.9164777	0.71460
ERROR	38	67.11064149	1.7660696168				
CORRECTED TOTAL	42	744.15646414					

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROR > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROR > F
INTERCEPT	1	1246.25001200	29.1553	0.0000	1421.6759128	0.8564	0.3604
MATSECO	1	137.00000000	3.3167	0.0800	765.70766011	0.4704	0.4929
MATSECO	1	51.00000000	1.2429	0.2700	247.50606043	0.1486	0.7014
RECO	1	51.00000000	1.2429	0.2700	247.50606043	0.1486	0.7014
RECO	1	170.36463333	4.1440	0.0500	244.2237117	0.1414	0.7390
RECO	1	170.36463333	4.1440	0.0500	107.46247150	0.0603	0.8299

SOURCE	DF	SS	MS	PROR > F	STD B VALUES
INTERCEPT	1	1246.25001200	1246.25001200	0.0000	0.99222524
MATSECO	1	137.00000000	137.00000000	0.0800	-1.47846374
MATSECO	1	51.00000000	51.00000000	0.2700	-0.4156720
RECO	1	51.00000000	51.00000000	0.2700	-0.4156720
RECO	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	1.40117295

SOURCE	DF	SS	MS	PROR > F	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	1	1246.25001200	1246.25001200	0.0000	1174.2401303	225.01810036
2	1	137.00000000	137.00000000	0.0800	124.6759128	267.3164532
3	1	51.00000000	51.00000000	0.2700	12.7325878	267.3164532
4	1	51.00000000	51.00000000	0.2700	12.7325878	267.3164532
5	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
6	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
7	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
8	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
9	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
10	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
11	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
12	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
13	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
14	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
15	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
16	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
17	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
18	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
19	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
20	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
21	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
22	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
23	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
24	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
25	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
26	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
27	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
28	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
29	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
30	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
31	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
32	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
33	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
34	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
35	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
36	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
37	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
38	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
39	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
40	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
41	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084
42	1	170.36463333	170.36463333	0.0500	167.3504813	108.7377084

CONTEN. CH 2 DE N Y P VS MAT SECD PRIMER CORTE (26 DIAS)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_MLS

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	1	124625.85012621	64312.55006310	7.97002	0.0100	0.14220592	66.94133
ERROR	25	105127.7405722	4205.1106629				
CORRECTED TOTAL	26	784325.45064719					
						STD DEV	PROD_MLS MEAN
						127.36191892	190.25886

CORRECT	DE	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
NITROGEN	1	124625.85012621	7.48208	0.0100	118319.0153312	7.29341	0.0100
PHOSPHOR	1	4137.2509400	0.9555	0.6142	4137.2509400	0.25504	0.6162

SOURCE	DE	F VALUE	T FOR HO:B=0	PROB > T	STD DEV P	STD B VALUES
INTERCEPT	208.77510881		-1.31952	0.1943	158.22055720	0.00000000
NITROGEN	105.02453231		2.70267	0.0100	38.88834410	0.00000000
PHOSPHOR	146.35054431		0.50503	0.6162	209.78586000	0.00000000

CDS PREDICTED	PROD_MLS	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
2	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
3	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
4	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
5	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
6	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
7	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
8	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
9	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
10	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
11	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
12	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
13	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
14	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
15	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
16	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
17	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
18	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
19	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
20	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
21	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
22	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
23	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
24	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
25	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
26	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
27	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
28	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
29	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119
30	190.25886	190.25886	190.25886	0.00000	188.77510881	191.74261119

ANEXO 11

103

CONTEN. EN % DE N Y P VS MAT SECO PRIMER CORTE (26 DIAS)
ANALYSIS OF VARIANCE TABLE , REGRESSION COEFFICIENTS , AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE PROD_MLS

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PROB > F	R-SQUARE	C-Y.
REGRESSION	1	10453.19953667	10453.19953667	0.56044	0.4583	0.01316813	71.78183
ERROR	42	783372.2500651	18651.72045492				
CORRECTED TOTAL	43	793825.45064318					
						STD DEV	PROD_MLS MEAN
						126.57130173	190.25986

SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PROB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PROB > F
FOSFORD	1	10453.19953667	0.56044	0.4583	10453.19953667	0.56044	0.4583

SOURCE	B VALUES	T FOR H0:B=0	PROB > T	STD EPR B	STD B VALUES
INTERCEPT	195.64045005	0.291349	0.3681	114.89139549	0.0
FOSFORD	101.23526720	0.74353	0.4583	302.40603345	0.7435349

CRS NUMBER	PROD_MLS	OBSERVED VALUE	PREDICTED VALUE	RESIDUAL	LOWER 95% CL FOR MEAN	UPPER 95% CL FOR MEAN
1	89	89.62000000	191.2040791	-102.5840791	149.57682383	232.8729146
2	129	129.79000000	192.84001328	-63.05001328	131.64926561	254.91976059
3	349	349.52000000	193.76761277	-154.24761277	147.19562700	256.27878634
4	69	69.78000000	222.78767127	-153.00767127	149.56982700	256.27878634
5	150	150.84000000	193.89233524	-38.05233524	147.17248857	233.61521151
6	131	131.73000000	191.2040791	-59.4740791	149.57582213	233.61521151
7	164	164.67000000	194.26403516	-29.593516	148.36281154	236.96581448
8	51	51.57000000	195.83001316	-144.26001316	151.64926572	240.91070559
9	203	203.98000000	191.03669722	-87.95330278	134.75423322	229.15116173
10	170	170.95000000	191.2040791	-20.2540791	137.97542384	232.64321104
11	41	41.17000000	194.26724980	-153.09724980	149.56546977	232.64321104
12	105	105.13000000	207.39277662	-102.26277662	145.26616905	232.64321104
13	442	442.65000000	193.51746058	-148.86746058	151.83416906	232.64321104
14	167	167.58000000	177.32591884	-20.74591884	123.60716520	231.55601854
15	109	109.20000000	184.26724980	-75.06724980	133.68446977	228.84601022
16	57	57.63000000	186.57487257	-128.94487257	141.86267127	228.84601022
17	304	304.53000000	207.39277662	-97.86277662	145.26616905	228.84601022
18	159	159.61000000	200.45511860	-41.85511860	150.63668354	228.84601022
19	78	78.22000000	198.89233524	-110.67233524	147.17248857	227.65521161
20	95	95.85000000	191.2040791	-95.3540791	149.57682388	232.8729146
21	312	312.87000000	194.16256584	-81.29256584	151.47303271	244.91201915
22	288	288.17000000	168.07038110	-120.90381110	135.27040628	240.91070559
23	185	185.25000000	191.2040791	-5.9540791	149.57682388	232.8729146
24	49	49.43000000	195.83001316	-146.40001316	151.64926592	240.91070559
25	321	321.17000000	212.00118084	-90.83118084	149.57682388	232.8729146
26	119	119.38000000	200.45511860	-81.07511860	150.63668354	228.84601022
27	432	432.25000000	184.26724980	-148.03724980	133.68446977	228.84601022
28	41	41.17000000	181.95466972	-140.78466972	134.75423322	228.84601022
29	123	123.00000000	164.95385447	-41.95385447	125.25067406	223.95701352
30	111	111.17000000	175.01703921	-63.84703921	115.68271923	223.95701352
31	226	226.42000000	165.76682452	-60.65317143	87.75750137	243.77815667
32	109	109.20000000	212.01788195	-102.81788195	145.13675386	243.77815667
33	197	197.47000000	207.39277662	-9.92277662	145.26616905	240.91070559
34	319	319.17000000	186.57487257	-67.40487257	141.86267127	228.84601022
35	193	193.00000000	164.95385447	-21.95385447	125.25067406	223.95701352
36	69	69.78000000	191.2040791	-121.4240791	149.57682388	232.8729146
37	347	347.52000000	200.45511860	-62.93511860	150.63668354	228.84601022
38	462	462.65000000	193.51746058	-148.86746058	147.17248857	232.64321104
39	205	205.43000000	198.89233524	-93.46233524	147.17248857	232.64321104
40	32	32.43000000	205.04022394	-172.61022394	147.17248857	232.64321104
41	574	574.15000000	200.45511860	-426.70511860	150.63668354	228.84601022
42	461	461.23000000	205.04022394	-543.81022394	147.17248857	232.64321104

ANEXO 12

109

LITERATURA CITADA

- Amir, J. and J. Ephart. 1971. A biological method for evaluating soil nitrogen availability and forecasting nitrogen fertilizer needs of wheat. *Agronomy Journal*. 63 (3): 385-388.
- Arnon, I. 1972. Crop production in dry regions. Leonard Hill-London. 683 p.
- Arrivets, J. 1976. Exigences minerales du sorgho etude d'une variete voltaïque a grande tige. *L'Agronomie Tropicale*. 31 (1): 29-46.
- Avilán Rovira, L., A. Rodríguez Bello y J. Zambrano Rojas. 1972. Fertilización y efecto residual sobre los rendimientos en sorgo granero (*sorghum vulgare Pers*) en suelos de la serie Maracay (a). *Agronomía Tropical*. 22 (5): 555-560.
- Baeyens, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo. Lemos. Madrid. 631 p.
- Banco Agrícola y Pecuario. (BAP). 1968. Ediciones de los 40 años. Cultivo del sorgo en Venezuela. 27 p.
- Bear, F.E. 1969. Los suelos en relación con el cultivo de las plantas. Omega. Barcelona. España. 368 p.
- Black, C.A. 1975. Relaciones suelo planta. Centro Regional de Ayuda Técnica. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. V.2. 866 p.
- Bray, R. H. 1948. Diagnostic techniques for soil and crops. American Potash Institute. Washington. citada por Tisdale y Nelson, 1966).
- Chapman, H. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California. División Of Agricultural Science. Davis, California 309 p.
- Chapman, H. 1966. Diagnostic criteria for plants and soil. Homer D. Chapman and others. University of California. Division of Agricultural Science. Davis, California. 793 p.
- Dean, L.A., and M. Fried. 1953. Soil-plant relationships in the phosphorus nutrition of plants. *Soil and Fertilizer Phosphorus*. 4: 53-56.
- Dean, L.A., 1954. Yield of phosphorus curves. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* (23) 371-374. Citado por Norero, A. 1975. Lecciones de fertilidad del suelo. I. Técnicas de diagnóstico. 37 p.
- Espinosa, E. y A. Cubillos. 1976. Concentración de nitratos en aguas subterráneas del área Guanare-Masparro. CIDIAT. 57 p.

- Ewel, J.J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela, memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 264 p.
- Fried, M. and L.A. Dean. 1952. A concept concerning the measurement of a - available soil nutrient. Soil Science (73). (citada por Dean and Fried . 1953).
- Fried, M. and H. Broeshart. 1967. The soil - plant system in relation to inorganic nutrition. Academic Press, N. York. (citado por Norero, A. 1975, en Lecciones de fertilidad del suelo. I, Técnicas de Diagnóstico. 27 p).
- Fuentes, G. 1967. Estudio Agrológico detallado de la parcela 2A-96 sistema - de riego río Boconó - MOP - 19 p.
- Gandarillas, M., E. Acevedo y H. García. 1969. Estudio de la productividad del maíz en la provincia de Santiago. En la investigación de fertilidad de suelo para la producción agrícola en la zona templada. IICA, Montevideo. 71-100.
- García, H. 1976. Relaciones suelo - agua en la serie Mendez, estudiadas en el campo y el laboratorio. Proyecto Guanare-Masparro. CIDIAT - MOP. 37 p.
- Gutián Ojea, F. 1964. Técnicas de Análisis de suelos. Experiencias de Campo. Consejo superior de investigaciones científicas N° 70. Madrid. 165 p.
- Hanway, J.J. 1967. Field Experiments for soil test correlation and calibration. En Soil testing and plant analysis. N° 2. Part I. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 103-114.
- Hardy, F. 1970. Edafología tropical. Herrero Hermanos, México, 416 p.
- Hauser, F. 1973. Guide to the calibration of soil test for fertilizer recommendations. FAO. Soils Bulletin N° 18. Rome. 71 p.
- Jackson, M.M. 1964. Análisis químico de suelos. Omega. España. 662 p.
- Kramer, N. G., and S. A. Matz. 1969. Sorghum in Cereal Science Matz. publishing Co., Westport, Conn. 200 p.
- Letelier, E. 1969. Relaciones entre las investigaciones a campo, laboratorio e invernáculo en un programa de fertilidad del suelo. En la investigación de fertilidad de suelo para la producción agrícola en la zona templada . IICA. Montevideo, 103 - 111.
- López Rita, T. 1967. El diagnóstico de los suelos y plantas; métodos de campo y laboratorio. Mundi-Prensa. Madrid. 267 p.

- Losada Aldana, R. 1972. El capitalismo agrícola en Venezuela, En Tercer Mundo, Subdesarrollo y Dependencia, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. N° 1 al 4. UCV. Caracas, pag. 5-128.
- Mac Carty, P. 1974. Lecciones sobre calidad del agua y control de su contaminación. CIDIAT. Mérida, Venezuela. 101 p.
- Malavolta, E. 1967. Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. Editora Ceres. Sao Paulo. 606 p.
- Martínez, E.J. 1974. Prácticas de manejo utilizadas en los suelos de los Llanos Occidentales, Investigaciones. Ministerio de Obras Públicas. Of. Edafológica de Occidente, Guanare. 24 p.
- Melich, A., E. B. Fred and E. Troug. 1934. The cunninghamella plaque method of measuring available phosphorous. Soil Sci. (citado por Malavolta, - 1967).
- Ministerio de Agricultura y Cría, (MAC). 1974. Anuario Estadístico Agropecuario. Caracas. Venezuela. 712 p.
- Ministerio de Obras Públicas, (MOP), División de Edafología. 1967. Estudio agrológico detallado de la parcela 2A - 96. Sistema de riego Río Boconó, Guanare, Estado Portuguesa. 19 p.
- Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Recursos Hidráulicos. (MOP) 1976. Programa Guanare-Masparro. Plan de Desarrollo. s/n.
- Mitscherlich, E.A. 1930. Die bestimmung des dungerd des bodens. 3 rd ed. Paul Parey, Berlin. (citado por Guítian Ojea, 1964).
- Naciones Unidas. 1966. El uso de Fertilizantes en América Latina. New York 81 p.
- Neubauer, H., Schneider. 1923. Ztschr. Pflanz. Dung. (citada por Tisdale and Nelson, 1964, Soil fertility and fertilizers. Nw. York. 1966.
- Nelson, C.F. 1967. MONACA Ensayo sobre el cultivo del sorgo granífero en Barrinas. Consejo de Bienestar Rural.
- Norero, A. 1975a. Lecciones de fertilidad del suelo. CIDIAT, Mérida, Venezuela. s/n.
- Norero, A. 1970. El campesino Soc. Nacional de Agricultura. Mayo. Santiago, Chile.
- Norero, A. 1974. Pautas para el diagnóstico de la fertilidad y el abonado de suelos dedicados al cultivo de papas en los Andes Venezolanos. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 42 p.

- Norero, A. 1975b. El clima y la fertilidad del suelo. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 13 p.
- Norero, A. 1975c. Lecciones agrofísicas. CIDIAT, Mérida, Venezuela, s/n.
- Quintero de Briceño, P., R. Schargel, P.J. Urriola. y S. Stubin. 1974. Informe Interpretativo de Suelos de la Zona Guanare-Masparro, Edo. Portuguesa y Barinas, MOP. Dir. Edafología. 19 p.
- Rodrigo y Serrano, J. M. 1968. El cultivo del sorgo granero. Venegráfica. Caracas. 132 p.
- Roy, R. N. and B.C. Wright. 1973. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility, I. Agronomy Journal 65 (5): 709-711.
- Roy, R. N. and B.C. Wright. 1974. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility, II. Agronomy Journal. 66 (4): 5-10
- Russell, E. J. and E. W. Russel. 1959. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Aguilar. Madrid, 771 p.
- Sackett, W.G. and L.C. Stuart. 1931. A bacterial method for determining mineral soil deficiencies by use of the soil plaque. Colorado Agricultural Experiment. Sta. Bulletin 375. (obra citada por Malavolta, 1967).
- Sánchez, C.F. 1972. Aspectos económicos del uso de fertilizantes, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Recursos Hidráulicos, Caracas 41p
- Salazar, J.V. 1975. Manejo del sistema suelo - sorgo granero. CIDIAT, Mérida Venezuela. 10 p.
- Schargel, R. 1972. Características y génesis de una cronosecuencia de suelos desarrollada sobre depósitos aluviales entre los ríos Boconó y Masparro. Estado Barinas. Agronomía Tropical. Maracay. 22 (4): 345-373.
- Tisdale, S. and W. L. Nelson. 1966. Soil fertility and fertilizers. Macmillan New York. 694 p.
- Turrialba 1961. Una aparato micro kjeldahl para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales - Vol 11. trimestre enero-marzo. p. 17-25.
- Voisin, A. 1970. Leyes científicas en la aplicación de los abonos. Tecnos. Madrid, 150 p.
- Wallace, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants stationery office. York House. Londres.