

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FERTILIZACION DE TRIGO
(Triticum vulgare V.) EN ALGUNOS MUNICIPIOS DEL
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Por

ALVARO ERASO SERRATO

ARMANDO ERASO DORADO

Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis

EDGAR GUILLERMO LUNA T. I.A. M.Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PASTO - COLOMBIA

1.973

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA Y
PASTO - COLOMBIA

BIBLIOTECA ESPECIALIZADA

" Las ideas y conclusiones aportadas
en la Tesis de grado, son de respon-
sabilidad exclusiva de sus autores ".

Artículo 1o del Acuerdo No. 324 de Oc-
tubre 11 de 1966, emanado del Honora-
ble Consejo Directivo de la Universi-
dad de Nariño.

A MIS PADRES MIS PADRES
A MI ESPOSA
A MI HIJA
A MIS HERMANOS
A MIS AMIGOS

DEDICO
ALVARO ERASO SERRATO

A MIS ABUELOS CESAR Y MAGDALENA

A MI TIO AUGUSTO

A ALICIA

A MIS AMIGOS

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

DEDICO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

ARMANDO ERASO DORADO

AGRADECIMIENTOS A :

EDGAR LUNA TORRES I.A. M.Sc.

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A. M.Sc.

LUCIO LEGARDA BURBANO I.A. M.Sc.

VICTOR MONTENEGRO GALVEZ I.A. M.Sc.

ALBA LUCY E. DE ERASO

FANNY STELLA PABON FLOREZ

Programa Nacional de Suelos del Ins
tituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Por su valiosa colaboración en la e
laboración del presente trabajo.

CONTENIDO

	Págs.
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1 Modelo Conceptual	3
2.1.1 Funciones de producción	3
2.1.1.1 Rendimientos <u>cons</u> tantes.	3
2.1.1.2 Rendimientos cre- cientes	3
2.1.1.3 Rendimientos de- crecientes.	6
2.1.2 Formas de expresión maté- mática de las funciones de producción	6
2.1.3 Selección de las funcio- nes de producción	12
2.1.4 Producto marginal	14
2.1.5 Optimo económico.	15
2.2 Estudios económicos realizados en Colombia	16
2.3 Estudios económicos realizados en otros países	17
III. MATERIALES Y METODOS.	21
3.1 Localización y área de estudio.	21
3.1.1 Datos y diseño de campo	23
3.2 Método.	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	28
4.1 Análisis y discusión de los da- tos experimentales.	28
4.1.1 Municipio de Contadero.	28
4.1.2 Municipio de Gualmatán.	30
4.1.3 Municipio de Tangua	43
4.1.4 Municipio de Pupiales	47
4.1.5 Municipio de Yacuanquer	47

	Págs.
4.2 Aspectos generales de la ferti-	
lización de trigo	50
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. RESUMEN	71
SUMMARY	72
VIII. BIBLIOGRAFIA	73
APENDICE	79

ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1 Forma hipotética de la función de producción de rendimientos constantes	4
Figura 2 Forma hipotética de la función de producción de rendimientos crecientes.	5
Figura 3 Forma hipotética de la función de producción de rendimientos decrecientes.	7
Figura 4 Localización de las áreas de estudio en el Departamento de Nariño.	22
Figura 5 Relación hipotética entre el fertilizante y el producto para el diseño compuesto rotatorio	25
Figura 6 Municipio de Contadero. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	29
Figura 7 Municipio de Gualmatán. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	32

Figura 8	Municipio de Gualmatán. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	34
Figura 9	Municipio de Gualmatán. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	37
Figura 10	Municipio de Gualmatán. Relación entre diferente niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	38
Figura 11	Municipio de Gualmatán. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	39
Figura 12	Municipio de Gualmatán. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	42
Figura 13	Municipio de Tangua. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo	44

Figura 14 Municipio de Tangua. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. 46

Figura 15 Municipio de Pupiales. Relación entre diferentes niveles del fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. 48

Figura 16 Relación entre los índices de los precios del trigo y el fertilizante, a través de los años 54

TABLAS

		Pág.
TABLA	I Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex- perimento 1. Realizado en el Municipio de Contadero. . .	55
TABLA	II Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex- perimento 2. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	56
TABLA	III Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex- perimento 3. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	57
TABLA	IV Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex- perimento 4. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	58
TABLA	V Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex- perimento 5. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	59
TABLA	VI Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el ex-	

	perimento 6. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	Pág. 60
TABLA VII	Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el experimento 7. Realizado en el Municipio de Gualmatán . . .	61
TABLA VIII	Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el experimento 8. Realizado en el Municipio de Tangua.	62
TABLA IX	Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el experimento 9. Realizado en el Municipio de Tangua.	63
TABLA X	Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el experimento 10. Realizado en el Municipio de Pupiales . .	64
TABLA XI	Funciones de producción, <u>coe</u> ficientes de determinación y pruebas de t y F para el experimento 11. Realizado en el municipio de Yacuanquer .	65
TABLA XII	Variación de los ingresos <u>ne</u> tos ante cambios en el precio del trigo y el fertilizante 10-30-10	66

TABLAS DEL APENDICE

Pág.

TABLA	I	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Contadero	1
TABLA	II	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Gualmatán	2
TABLA	III	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Gualmatán	3
TABLA	IV	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Gualmatán	4
TABLA	V	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Gualmatán	5
TABLA	VI	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Gualmatán	6
TABLA	VII	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipi-	

		Pág.
TABLA VII	Trigo de acuerdo al tamaño de la finca	7
TABLA VIII	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Tangua.	8
TABLA IX	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Tangua.	9
TABLA X	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Pupiales.	10
TABLA XI	Rendimiento de trigo con diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 Municipio de Yacuanquer.	11
TABLA XII	Análisis de suelos de las zonas donde se efectuaron los ensayos.	12
TABLA XIII	Gastos efectuados en los factores de producción en trigo de acuerdo al tamaño de la finca.	13
TABLA XIV	Empleo proporcional de los factores de producción en trigo de acuerdo al tamaño de la finca.	14

	Pág.
TABLA XXV Rendimiento en Kg/Ha de trigo de acuerdo al tamaño de la finca	15
TABLA XVI Crédito otorgado por la Caja de Crédito Agrario para el cultivo de trigo en la zona de estudio.	16
TABLA XVII Relación entre los índices de precios del trigo y fertilizantes	17

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FERTILIZACION DE TRIGO
(Triticum vulgare V.) EN ALGUNOS MUNICIPIOS DEL
DEPARTAMENTO DE NARIÑO (+)

Por

ALVARO ERASO SERRATO

ARMANDO ERASO DORADO

I. INTRODUCCION

La necesidad de trigo en el país aumenta permanentemente, pero la producción de los últimos años es deficitaria en ascenso, en relación con el consumo. Actualmente el país produce la tercera parte del trigo consumido.

- La baja producción, de trigo a escala nacional se debe en parte a los altos costos de producción, principalmente fertilizantes lo cual repercute en un bajo rendimiento económico, y a la criticada política del gobierno que estimula las importaciones de este producto en lugar de fomentar el cultivo nacional.

Algunas investigaciones demuestran que Colombia tiene una gran cantidad de tierras aptas para este cultivo capaces de producir trigo de muy buena calidad, comparable al de otros países.

(+) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Edgar Luna Torres I.A. M.Sc.

Ante la necesidad del país de producir trigo para su abastecimiento y de elevar los rendimientos para procurar un equilibrio en el futuro, se hace necesario un plan metódico que prepare al campesino para aumentar la producción y elevar la productividad.

Tradicionalmente se ha investigado en el campo agrícola colombiano con excelentes resultados desde el punto de vista agronómico y biológico, pero con un desconocimiento total de la respuesta económica que en definitiva es lo que interesa al agricultar.

El presente trabajo constituye una contribución hacia el estudio económico de los resultados experimentales en la agricultura y está orientado a determinar la dosis más aconsejable, económicamente, para la aplicación de fertilizante comercial en el cultivo de trigo en algunas regiones del departamento de Nariño. Además se relaciona la incidencia de ciertos factores en el empleo de fertilizantes, tales como costos de producción, comparación de los gastos en diferentes insumos, aspectos socio-económicos y disponibilidad de crédito, con el fin de tener una visión más amplia de la fertilización y el uso de fertilizantes como un medio para mejorar la producción y las ganancias de los cultivadores de este cereal.

II. REVISION DE LITERATURA

El estudio económico y cuantitativo en las investigaciones sobre fertilización y su descripción matemática esta recibiendo gran importancia en los últimos años, debido posiblemente a la aplicación de la Teoría de la Producción en la planificación agropecuaria (28).

2.1 Modelo Conceptual.

2.1.1 Funciones de producción.

La clase y cantidad de un producto depende ó esta en función de la clase y cantidad de insumos utilizados. Se denomina función de producción a la relación matemática que describe en qué forma la cantidad de un producto depende de las cantidades de insumos utilizados (3).

Se pueden presentar tres tipos generales de relaciones en las funciones de producción (3):

2.1.1.1 Rendimientos constantes.

Se presenta cuando la cantidad de producto se incrementa en una cantidad constante por cada unidad adicional del insumo. En este caso la representación gráfica será una línea recta con igual pendiente o inclinación en todos sus tramos (Figura 1) (18).

2.1.1.2 Rendimientos crecientes.

Al incrementar el insumo en una unidad el producto se incrementa en una cantidad cada vez mayor. Estos casos no son muy comunes en la agricultura y cuando se presente es con bajos niveles de insumo (Figura 2) (18).

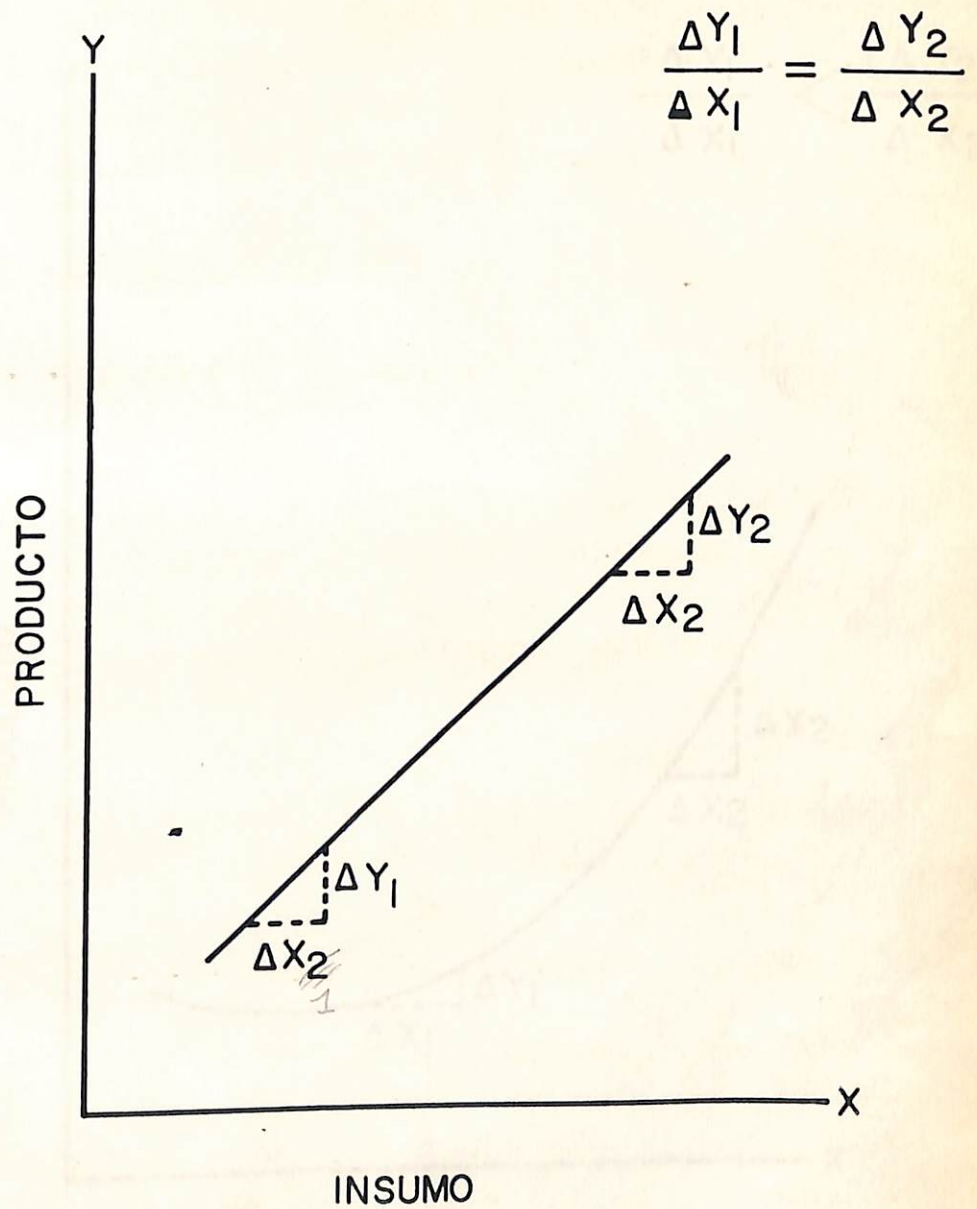


Fig.- I - Relación hipotética de la función de producción de rendimientos constantes.

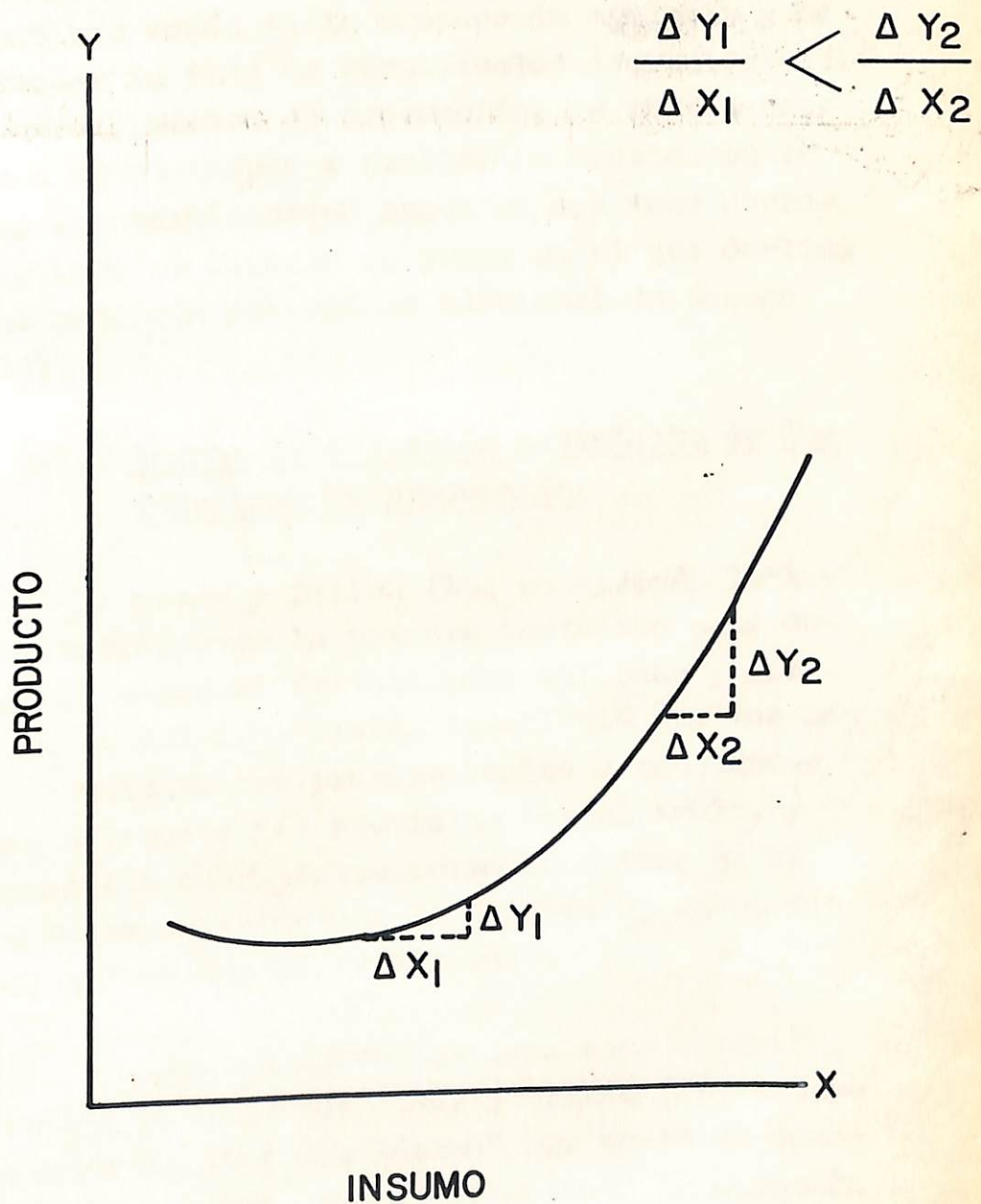


Fig.-2- Relación hipotética de la función de producción de rendimientos crecientes.

2.1.1.3 Rendimientos decrecientes.

Si se incrementa el insumo en una unidad, el producto tiene un rendimiento cada vez menor. Es el caso más común en la producción agrícola y ha llevado a formular la "Ley de Rendimientos decrecientes". Que dice: Si en el proceso de producción, se añaden unidades sucesivas de un insumo a cantidades constantes de otros insumos, los rendimientos aumentan con tasa decreciente y finalmente se alcanza un punto en el que declina el aumento del producto por unidad adicional de insumo (Figura 3) (18).

2.1.2 Formas de expresión matemática de las funciones de producción.

Heady y Dillon (13) consideran la "Ley del Mínimo" de Liebig como la primera tentativa para definir la relación entre el fertilizante aplicado y los rendimientos de un cultivo. Liebig estableció que los rendimientos de un cultivo son proporcionales a cantidades de nutrientes aplicados y/o provistos por el suelo, y que cuando todos los nutrientes están presentes en el suelo en cantidades suficientes, la adición de uno o más nutrientes no incrementa el rendimiento.

Algunos investigadores como Bondorff, Plessing y Borech, citados por Heady y Dillon (13) trataron de interpretar la "Ley del Mínimo" por medio de ecuaciones algebraicas de tipo lineal, obteniendo la ecuación general de la forma:

$$y = b (x + a) \quad (2-1)$$

donde

y = variable de respuesta

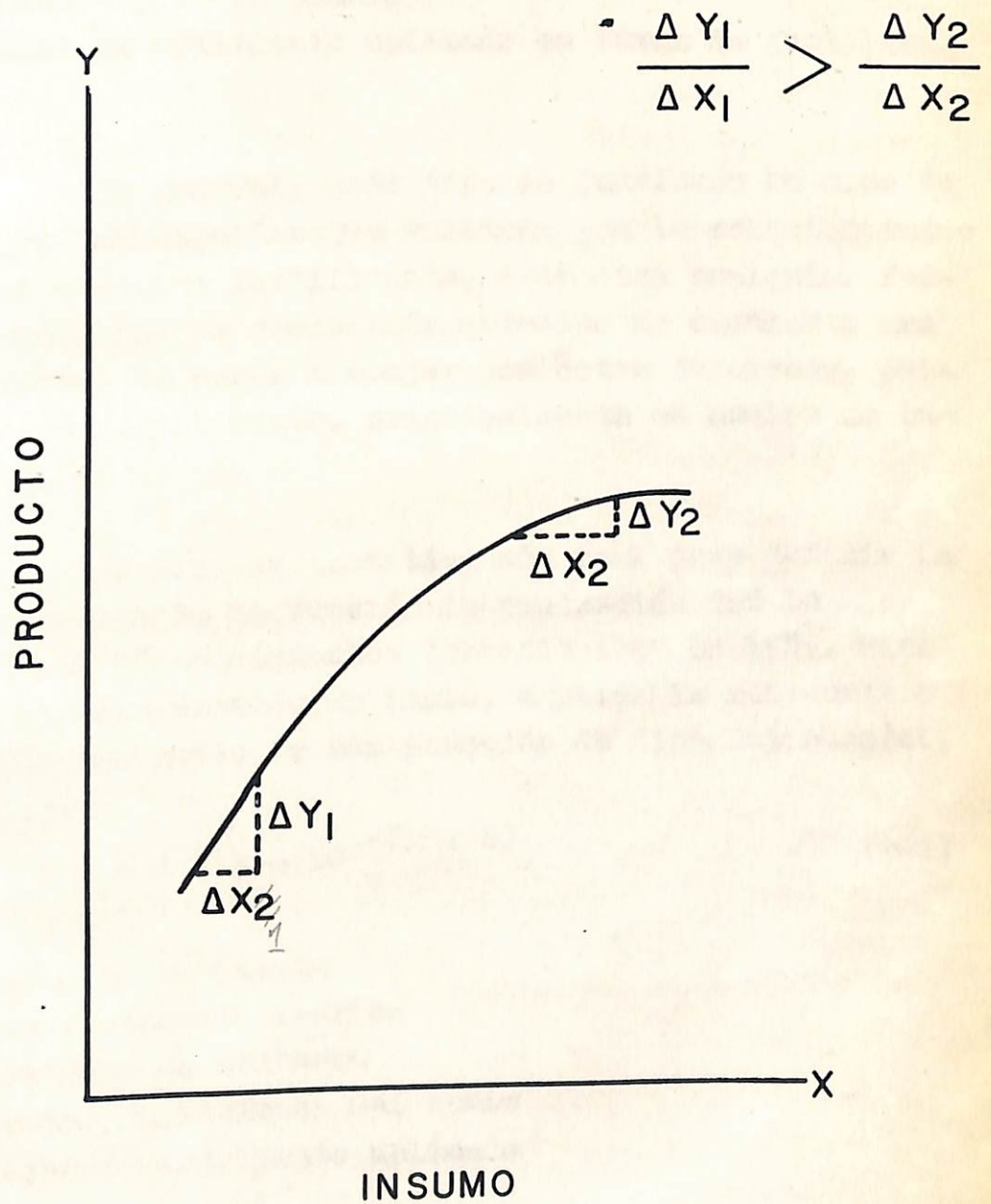


Fig. - 3 - Relación hipotética de la función de producción de rendimientos decrecientes.

b = tasa de incremento de y por unidad del incremento de x
 a = cantidad de nutrimento existente en el suelo en forma asimilable para la planta
 x = cantidad de nutrimento aplicado en forma de fertilizante

En general, este tipo de funciones ha sido de saprobado porque los experimentos muestran que la relación entre la cantidad del elemento fertilizante, o de otro cualquier factor de producción, con la producción obtenida no obedece a una simple línea recta. Se puede trabajar con estas funciones, para pequeñas dosis de fertilizante, principalmente en suelos de baja fertilidad (12).

La primera tentativa más real para definir la naturaleza algebraica de la función de producción fué la "Ley Mitscherlich ó ley de rendimientos decrecientes" en 1909. Mitscherlich, con la colaboración de Baule, explica la respuesta a la fertilización por medio de una ecuación de tipo exponencial, de la forma (13):

$$y = A (1 - 10^{-c(x + b)}) \quad (2-2)$$

donde

y = variable de respuesta
 A = máxima producción teórica
 c = coeficiente de eficacia
 b = contenido nutricional del suelo
 x = cantidad de nutrimento aplicado

Grim (12) considera que la fórmula de Mitscherlich es válida dentro de una determinada amplitud de operación, porque experimentalmente se ha verificado que a medida que crecen las dosis de fertilizante la producción aumenta hasta cierto punto, para después empezar a decrecer. Este aspecto no lo considera esta fórmula. Así mismo, dependiendo del objeti

vo de la investigación y manteniendo los niveles de fertilización dentro de ciertos límites, la fórmula de Mitscherlich puede usarse para describir la respuesta a la fertilización.

Spillman (28) propuso una función de producción exponencial, que esencialmente es la misma de Mitscherlich, pero incluyendo un coeficiente que define la relación para la cual la producción declina a partir de un determinado nivel de fertilizante. La fórmula propuesta es:

$$y = M - A R^x \quad (2-3)$$

donde

y = variable de respuesta

M = producción máxima teórica

A = constante de máxima respuesta para el uso de x

R = coeficiente de relación para el cual la productividad marginal de x declina

x = cantidad de nutrimento aplicado

Posteriormente, Cobb y Douglas, mencionados por Grim (12), propusieron una función de producción, conocida como "Ley de Función de Potencia", que para su utilización en agricultura ha sufrido una serie de modificaciones hasta llegar a la fórmula general:

$$y = a (x + c)^b \quad (2-4)$$

siendo

y = variable de respuesta

a = constante

x = cantidad de nutrimento aplicado

c = cantidad de nutrimento existente en el suelo

b = coeficiente de elasticidad de la producción

Ulrich (30) considera que la función Cobb-Douglas no puede ser usada satisfactoriamente para casos en los cuales dosis excesivas de fertilizante provocan la declinación de la producción total, debido a que, a medida que aumenta la cantidad de insumo, la producción máxima no es definida a menos que el óptimo nivel de aplicación de fertilizante sea determinado para pequeñas dosis.

Hacia 1955, Heady, Pesek y Brown (14), publicaron un trabajo en el cual incluyen funciones logarítmicas, exponenciales, cuadráticas y de raíz cuadrada. La función cuadrática corresponde a la "Ley de respuesta parabólica o de segundo orden", cuya forma es:

$$y = b_1 (x + a) + b_2 (x + a)^2 \quad (2-5)$$

donde

y = variable de la respuesta

a = cantidad de nutrimento existente en el suelo

x = cantidad de nutrimento aplicado

b_1 = tasa de incremento de y por unidad de incremento de

$\frac{x}{x}$
 b_2 = tasa de decrecimiento de la producción por unidad de incremento de x

Grim (12) propone que el uso de la función cuadrática para describir la curva de respuesta a la fertilización es ventajosa cuando se opera con altos niveles de fertilizante, porque permite representar producciones decrecientes.

En la práctica la curva de respuesta a la fertilización muestra que la producción se estabiliza en un punto para después comenzar a descender en forma asimétrica, debido a que dosis excesivas de fertilizante causan desequi-

librios en la planta (15).

Zagatto y Gómez, citados por Mafra (21), agregan que la función de producción cuadrática tiene una serie de defectos, entre ellos una absoluta impropiedad para la extrapolación, no interpreta convenientemente dos parámetros, con excepción de "a". En esta forma simple, cuando apenas varía un factor, puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$y = a + b_1 x + b_2 x^2 \quad (2-6)$$

donde

y = variable de la respuesta

a, b_1 y b_2 = parámetros de la ecuación

x = cantidad de nutrimento aplicado

Teixeira et al, citados por Mafra (21), afirman que la forma cuadrática es, entre las funciones polinomiales, la que presenta características más consistentes en los resultados experimentales y también de más fácil manipulación cuando solo existe una variable independiente.

Grim (12) señala que a partir de una función cuadrática del modelo:

$$y = a + b_1 x^{p/2} + b_2 x^p \quad (2-7)$$

variando el valor de p se tienen los siguientes casos:

p = 1 función de raíz cuadrada

p = 1 función de potencia fraccionada

p = 2 función cuadrática

En resumen, las funciones de producción se representan matemáticamente por medio de las siguientes formas generales:

Lineal:

$$y = a + bx \quad (2-1)$$

Cuadrática:

$$y = a + b_1 x + b_2 x^2 \quad (2-6)$$

Raíz cuadrada:

$$y = a + b_1 x + b_2 \sqrt{x} \quad (2-8)$$

Logarítmica:

$$\log y = \log a + b_1 \log x \quad (2-9)$$

Exponencial:

$$y = a b^x \quad (2-10)$$

2.1.3 Selección de las funciones de producción.

La selección de la función de producción que representa de la manera más precisa el comportamiento de los datos, es uno de los aspectos más complicados e importantes en el análisis económico de funciones de producción.

En términos generales, existen dos criterios para la selección de la función de producción: a) el estadístico o matemático y b) el basado en el comportamiento lógico o esperado de los datos (13).

El primero incluye el cálculo y el análisis de una serie de medidas estadísticas y el segundo el análisis de tales medidas a la luz de la naturaleza del problema. Esto quiere decir que, además de la estadística, se requiere el conocimiento biológico y económico del problema y de otros factores que lo pueden afectar, como una guía para la selección de la función más adecuada (13).

Para probar estadísticamente el grado de significancia de una ecuación fijada por el método de regresión, existen fundamentalmente dos criterios. El primero consiste en la magnitud del coeficiente de determinación R^2 , y el segundo en una prueba de F para la regresión (13).

El coeficiente de determinación (R^2) indica el porcentaje de variación explicado por la ecuación de regresión fijada o sea por las variables incluidas en la función de producción. Por consiguiente, en cuanto más cercano a la unidad esté el coeficiente, mayor será el grado de explicación o de relación entre las variables analizadas (13).

La prueba de F es la medida para probar la hipótesis nula de que todos los coeficientes de la ecuación son iguales a cero. Si el valor de F calculado es mayor que el F tabulado, a cierto nivel de probabilidad, se rechaza la hipótesis nula (13).

Cuando estas pruebas indican que la ecuación fijada es estadísticamente satisfactoria, y el modelo no infringe el concepto lógico del proceso de producción, la escogencia de la función de producción queda en manos del investigador (13).

Seleccionada la función de producción se puede efectuar pruebas para determinar la importancia o

significancia de algunos términos de la ecuación fijada. Para ello se tiene en cuenta la desviación estandar del coeficiente de regresión (S_b) y la prueba de t (13).

Henderson, citado por Heady y Dillon (13), dice que un coeficiente puede ser desechado de la ecuación, únicamente si la desviación estandar es mayor en términos absolutos que dicho coeficiente, y si no existen razones de lógica para incluirlo. Sin embargo, no hay un criterio definitivo en este sentido y el conocimiento del problema al igual que el criterio del investigador entran a definir la situación.

2.1.4 Producto marginal.

El producto marginal (P_{ma}), se define como el incremento que se obtiene en la producción al incrementar el insumo en una unidad (3). Es decir, indica la relación entre el incremento del insumo y el incremento del producto (18), o sea:

$$P_{ma} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad \text{ó también} \quad P_{ma} = \frac{\delta Y}{\delta X} \quad (2-11)$$

Estrictamente hablando, el producto marginal representa la tasa de cambio del producto, a ciertos niveles de insumo (3). Cuando el producto marginal se calcula sobre cierto tramo de insumo el resultado representa la tasa media de cambio para este tramo en particular

$$\text{o sea: } P_{ma} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (2-11)$$

matemáticamente, el producto marginal es la primera derivada de la función de producción (19).

En el análisis económico interesa conocer

la variación de la producción debida a cada unidad adicional de recurso usado (8). Si tal variación se expresa en unidades físicas se llama producto físico marginal (P_{ma}) y si se indica en unidades monetarias se denomina valor del producto marginal (VP_{ma}), el cual se calcula multiplicando el producto marginal por el precio del producto (3) o sea:

$$VP_{ma} = P_{ma} \cdot P_y = \frac{\delta y}{\delta x} \cdot P_y \quad (2-12)$$

donde P_y = precio del producto.

Si se conoce el precio del producto (P_y) y del insumo (P_x) se puede calcular hasta que punto es conveniente seguir adicionando insumo a la producción. Si el precio del insumo no cambia, es recomendable añadir más cantidad hasta el punto en que el valor del producto marginal sea mayor o igual al precio del insumo o sea (22):

$$VP_{ma} \geq P_x \quad (2-13)$$

2.1.5 Optimo económico.

El nivel de aplicación de un insumo se denomina cuando "maximiza" el ingreso neto, 1/ bajo condiciones dadas de precios, uso de otros insumos y de tecnología empleada (22). Heady y Dillon citados por Luna (20), recalcan que en análisis económico del uso de los recursos productivos, además de la información dada por las funciones de producción y los precios del producto e insumo, se requieren dos condiciones para determinar la asignación óptima o económica de los factores. La primera es una condición necesaria, la cual expresa que para obtener máximas ganancias con el uso de un factor variable en la producción, se debe cumplir que la relación de precios fac-

1/ Ingreso Neto: es aquel que resulta de restarle al ingreso total el costo total.

tor-producto sea igual al producto marginal, o sea:

$$\frac{Px_1}{Py} = \frac{\delta Y}{\delta x_1} \quad (2-14)$$

donde:

Px_1 = precio del insumo

Py = precio del producto

la segunda es una condición suficiente, la cual indica que la eficiencia económica se cumple cuando los recursos se usan de tal forma que se obtenga el máximo objetivo que se persigue con la unidad económica respectiva. Por lo tanto, para la determinación del nivel óptimo económico se requiere que dada la función de producción y las relaciones de precios del producto e insumos, se cumpla la relación (2-14).

Además, desde el punto de vista económico, para que esta relación sea válida es necesario que el producto marginal sea decreciente para el factor variable. Esta condición se determina según la forma de la función de producción (19).

2.2 Estudios económicos realizados en Colombia.

Urrego (31) realizó un análisis económico de la aplicación de nitrógeno en festucas alta y media en un suelo de la sabana de Bogotá. El análisis preliminar de los datos condujo a la programación de funciones de producción, cuadráticas, cúbicas y raíz cuadrada; al final solamente encontró ajuste de los datos a la función cuadrática. El óptimo de producción se obtuvo cuando el valor del producto marginal (VPma) es mayor o igual al precio del insumo (2-12).

Luna (19) realizó un análisis económico de la fertilización de papa en algunas regiones de Nariño. Las variables que consideró en el experimento fueron los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio: los datos originales se analizaron por el método de regresión múltiple. Según los valores de la prueba de t y R^2 , encontró que el potasio no ejercía influencia en la producción, por lo cual se descartó del análisis. Por esta razón, el análisis económico se efectuó para las variables nitrógeno y fósforo. La metodología para encontrar el nivel óptimo consistió en que dada la función de producción y las relaciones de precios del producto y los insumos, se resolviera el sistema:

$$\frac{\Delta Y}{\Delta N} = -\frac{PN}{Py} \quad (2-15)$$

$$\frac{\Delta Y}{\Delta P} = -\frac{PP}{Py} \quad (2-16)$$

donde:

PN = precio del kg. del nitrógeno

PP = precio del kg. del fósforo

Py = precio del kg. de papa

2.3 Estudios económicos realizados en otros países.

Brown et al (5), en 1956, determinaron las funciones de producción y las dosis económicamente recomendables para el cultivo de millo, en tres tipos de suelos de los Estados Unidos. La selección de las variables que debían integrar las funciones de producción se hizo por análisis de variancia. Las funciones cuadráticas dieron los mejores estimativos.

Doll, Heady y Pesek, citados por Grim (12), usaron funciones cuadráticas y de raíz cuadrada para describir la curva de respuesta a la fertilización en cultivos de trigo y ave-

na, en los Estados Unidos. Observaron que los rendimientos debidos a la aplicación de fertilizantes, estimados por la función de raíz cuadrada eran inicialmente mayores, pero crecían menos que los rendimientos estimados por la función cuadrática.

Spillman (28) desarrolló la función exponencial (2-3) para examinar los resultados de experimentos de fertilización en algodón, en Carolina del Norte (Estados Unidos).

Silva (27), utilizando datos experimentales realizados en la zona de Mata (Brasil), determinó las cantidades óptimas de fertilizante para la producción de frijol, empleando los modelos matemáticos Cobb-Douglas y el polinomio de 2o. grado. Finalizó diciendo que los estimativos económicos obtenidos fueron mediante el empleo del polinomio de 2o. grado y que se debe eliminar el modelo Cobb-Douglas en las futuras investigaciones, por lo menos en lo referente a la obtención de resultados que sirvan de base para dar recomendaciones prácticas a los agricultores.

Valdés (32) determinó los niveles óptimos de aplicación de nitrógeno y fósforo en trigo, maíz y papa para algunas regiones de Chile, bajo dos situaciones: la primera sin considerar los niveles iniciales de fertilidad del suelo y la segunda teniéndolos en cuenta como otra variable. Escogió funciones de tipo cuadrático y de raíz cuadrada para cada experimento. Calculó el óptimo

económico para nitrógeno y fósforo y posteriormente estableció la tasa marginal de sustitución entre estos dos elementos. Para el caso en que se consideraron los niveles iniciales de fertilidad, incluyó al nitrógeno existente en el suelo, como nueva variable, y determinó el nivel óptimo económico de aplicación de este nutrimento.

Couto y Gilles (8), en Uruguay, determinaron funciones de producción en trigo, con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. Para los experimentos ajustaron funciones múltiples de tipo cuadrático:

$$y = a + b_1N + b_2P + b_3N^2 + b_4P^2 + b_5NP \quad (2-17)$$

el nivel óptimo de fertilización se calculó para la relación de precios de nitrógeno y fósforo y dos precios del producto.

Reynaert y Castro (25) estudiaron los requerimientos de fósforo para la fertilización de trigo en algunos suelos del Uruguay. La respuesta del trigo a la fertilización con fósforo se describió con funciones de tipo Mitscherlich (2-2); se calcularon los requerimientos de fósforo para alcanzar los rendimientos máximos prácticos, y se destacó la conveniencia de emplear estos valores en las recomendaciones de fertilización.

Reynaert y Castro (26) evaluaron la eficiencia relativa de tres fertilizantes fosfatados en la fertilización inicial de pasturas en algunas regiones del Uruguay. Usaron funciones de tipo lineal (2-1) y Mitscherlich (2-2).

Caravello y Gianneto (6) realizaron una serie de ensayos destinados a determinar las dosis óptimas de ni-

trógeno, fósforo y potasio en trigo para distintos suelos de la región triguera argentina. Obtuvieron regresiones tipo Mitscherlich (2-2) y como última etapa calcularon do sís económicamente mínima mediante la ecuación:

$$y = \frac{1}{c} x + \frac{1}{c} \log \frac{\Delta I}{\Delta C} \quad (2-18)$$

donde:

ΔI es el incremento de ingreso

ΔC es el incremento de egreso.

Manning (22) analizó económicamente la aplicación de fertilizantes al cultivo de la papa en la sierra peruana. En la función de producción, además de las tres variables: nitrógeno, fósforo y potasio, incluyó otras debidas a costos adicionales necesarios para aumentar la producción, tales como:

- a) el costo del fertilizante
- b) costo de aplicación del fertilizante
- c) costo de cosecha del incremento de producción.
- d) costo por el crédito necesario para financiar es tos costos adicionales.

Finalmente dedujo una función del ingreso neto máximo:

$$IN = IT - CT \quad (2-19)$$

siendo:

IT = ingreso total o sea el producto multiplicado por su precio ($y \cdot P_y$), donde y = producción, P_y = precio del producto.

CT = costo total, que es la suma de los costos fijos (CF) y los costos variables (CV).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y área de estudio.

Los datos que sirven de base al presente estudio, fueron suministrados por el Programa Nacional de Suelos del I.C.A. (17). Los ensayos fueron realizados en los municipios de Contadero, Gualmatán, Tangua, Pupiales y Yacuanquer ubicados en el altiplano andino de Narino (Figura 4).

Geológicamente, los suelos de estos municipios han sido determinados como originarios de rocas volcánicas, cuya formación corresponde a las épocas geológicas del Plioceno y Pleistoceno. La zona está conformada por esquistos doróticos, micasitas de una y dos micas, andesitas, basalitos y tobas de edad cenozoica (7).

Respecto a suelos, Blasco, citado por González (10), dice que posiblemente son Andosoles, característicos de cenizas volcánicas.

En cuanto al clima, Tangua corresponde a templado caliente seco (Csa1), que se caracteriza por temperatura menor de 18 °C en algunos meses y de 22 °C en otros con promedio de 16 °C. Presenta un período seco que dura de tres a ocho meses en el año (7). La sequía principal corresponde al verano astronómico del hemisferio norte (Mayo a Septiembre), existiendo un segundo período seco entre los meses de Diciembre a Febrero (2). Los municipios de Contadero, Gualmatán, Pupiales y Yacuanquer corresponden a clima frío seco (Csb1), con temperatura promedio de 10 °C a 14 °C (7) y épocas de sequía similar al anterior (2).

Ecológicamente, Pupiales corresponde, según la clasificación de Holdrige, a la formación

CONVENCIONES

- PASTO
- 1- CONTADERO
- 2- GUALMATAN
- 3- TANGUA
- 4- PUIPALES
- 5- YACUANQUER

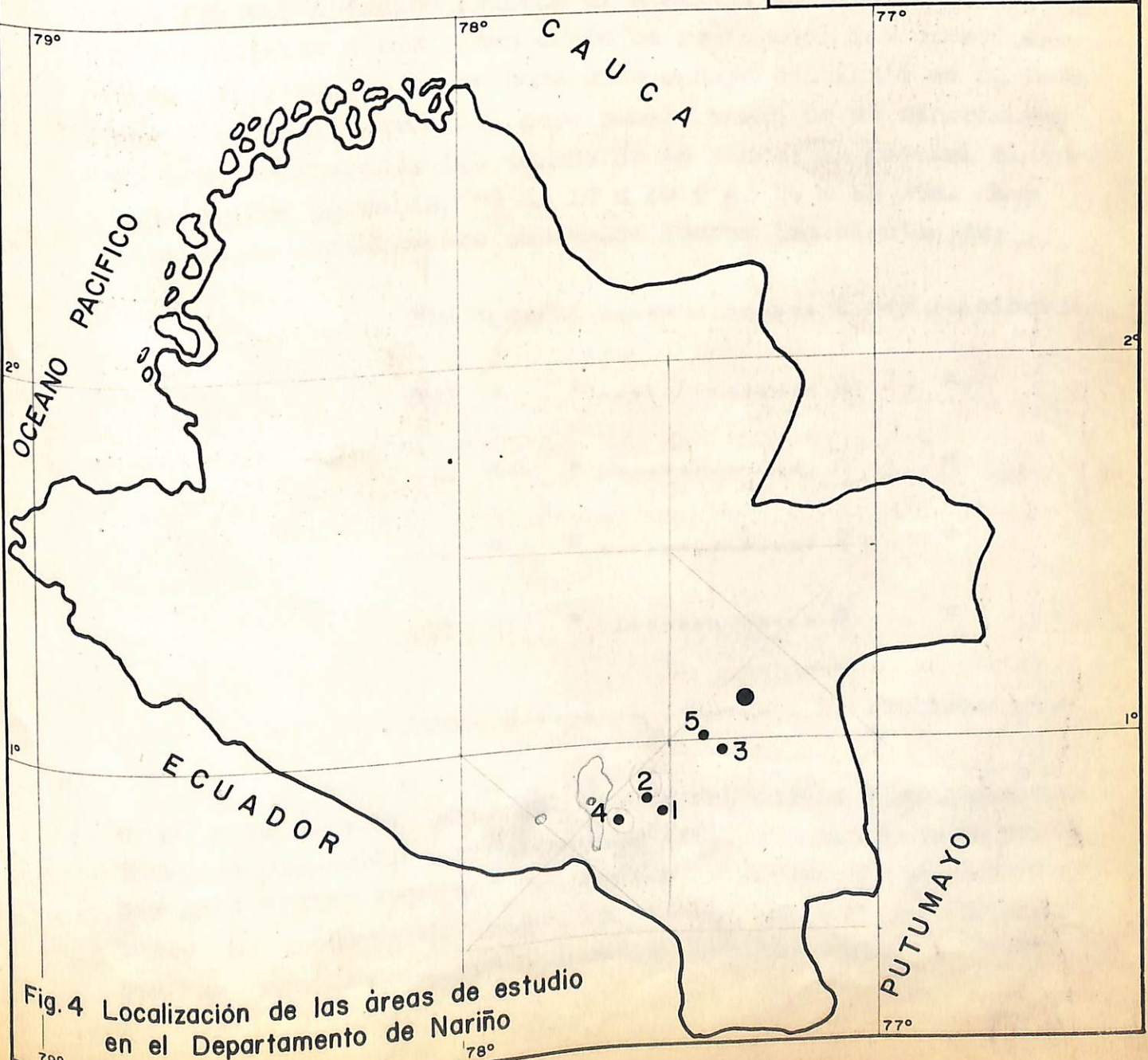


Fig. 4 Localización de las áreas de estudio en el Departamento de Nariño

Bosque Montano Húmedo (bh-M), los demás pertenecen al Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) (7).

3.1.1 Datos y diseño de campo.

Los datos corresponden a once pruebas regionales de fertilización en trigo; el fertilizante empleado fué 10-30-10. En el Apéndice (Tablas I a XI), se presentan los datos correspondientes a la información de campo. En la Tabla XII del Apéndice aparece el análisis químico de suelos correspondiente a los lotes donde se realizaron los experimentos. El plano de campo para cada ensayo consistió en un lote dividido en 12 parcelas, cuyo tamaño varió de un experimento a otro, dependiendo del tamaño de la finca: en general el tamaño de las parcelas fué de 10 x 10 y de 15 x 10 mts. Los niveles de fertilizante empleados fueron los siguientes:

230 Kgs./ha..... 2 replicaciones

250 " " 2 "

350 " " 4 "

450 " " 2 "

470 " " 2 "

Total 12 replicaciones

estos niveles resultaron del empleo del diseño "Compuesto Rotatorio" propuesto por Hildebrand (16), que consiste en utilizar como "Valor Central" del modelo la cantidad que generalmente se recomienda para la zona, ya que se espera que las recomendaciones adecuadas estarán cerca a estos

niveles de aplicación. Otro nivel, es el que resulta del máximo rendimiento del cultivo y puede ser experimentalmente conocido.

Para facilitar la formulación del diseño, se denominaron los valores por medio de letras, obteniéndose una fórmula resumida del tipo:

$$G \pm M \pm a (M-G)$$

en donde G representa el valor central, ó nivel generalmente recomendado, M es la cantidad de máxima producción y $(a (M-G))$ es el nivel extremo, donde a resulta de la siguiente ecuación:

$$a = 2^{k/4} \quad (3-20)$$

siendo k el número de variables independientes, que para este caso es 1 quedando:

$$a = 2^{1/4} = 1,2$$

Por ser G el centro del diseño es conveniente modificarlo como 0 (cero), y M como 1,0. La cantidad $M-G$ será equivalente a una unidad de fertilizante para propósito del modelo. Los tratamientos en términos de estas unidades serán (Figura 5):

$$-1,2 \quad -1,0 \quad 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1,0 \quad 1,2$$

Este diseño, con cuatro repeticiones del tratamiento central, resulta con igual precisión en todos los puntos entre 1 y -1, rango en el cual debe encontrarse la recomendación ajustada a la región.

En el caso de las pruebas regionales que

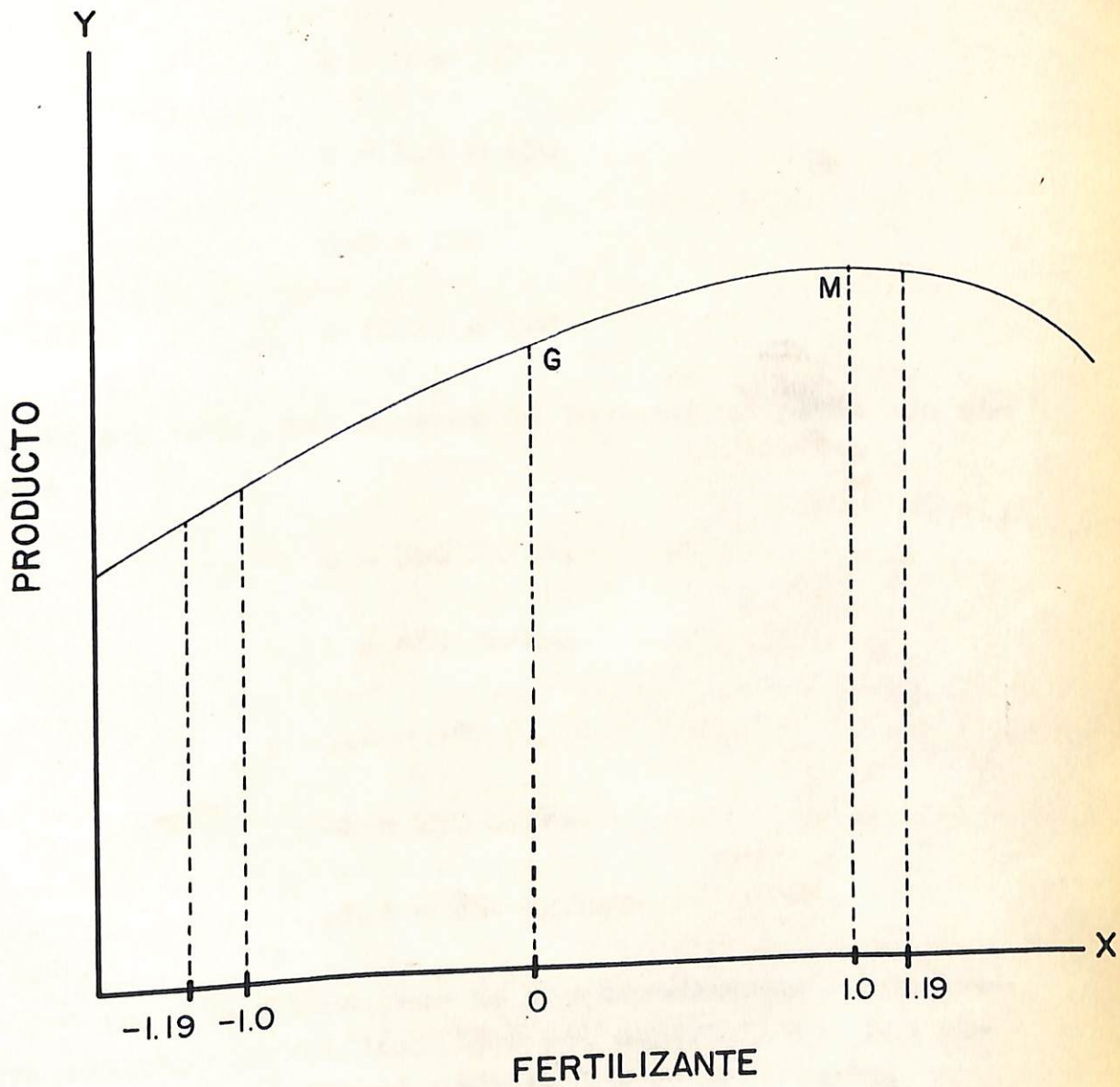


Fig-5- Relación hipotética entre el fertilizante y el producto para el diseño compuesto rotatorio.

se analizaron, la aplicación recomendada de fertilizante 10-30-10 es de 350 Kg/ha. y la máxima producción puede ser alcanzada con 450 Kg/ha. 1/. Entonces:

$$G = 0 = 350$$

$$M = 1,0 = 450$$

$$M-G = 100$$

$$a (M-G) = 120$$

de acuerdo con esto, los niveles de tratamiento serán los siguientes:

$$0 = 350 \text{ Kg/ha.}$$

$$1 = 450 \text{ Kg/ha.}$$

$$1,2 = 470 \text{ Kg/ha.}$$

$$-1 = 250 \text{ Kg/ha.}$$

$$-1,2 = 230 \text{ Kg/ha.}$$

se trabajó con 2 replicaciones de los tratamientos no controlados para aumentar la confiabilidad del experimento. Los niveles fueron distribuidos al azar en las doce parcelas.

3.2 Método.

El primer paso en el análisis de los datos, fue

1/ Datos suministrados por la Sección de Suelos del ICA. Estación experimental de Obonuco. Pasto.

representarlos gráficamente, con el fin de tener una idea aproximada de la forma de la curva que indique el comportamiento de la producción a diferentes niveles de fertilizante.

Posteriormente, se procedió a ensayar diferentes funciones de producción. Se elaboraron funciones lineales, cuadráticas y logarítmicas para cada experimento.

El siguiente paso consistió en escoger la función que más se ajustó a los datos de cada experimento. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de las funciones de producción fueron:

- a) El coeficiente de determinación R^2 .
- b) La prueba de F para la ecuación.
- c) La desviación estándar y la prueba de t para los coeficientes de regresión.
- d) La forma más adecuada a la lógica del problema y la facilidad de manejo.

Una vez seleccionada la función de producción para cada ensayo, se procedió a efectuar el análisis económico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis y discusión de los datos experimentales.

Las funciones de producción que se elaboraron para cada experimento se presentan en las Tablas I a XI.

4.1.1 Municipio de Contadero.

Para esta localidad, experimento 1, se escogió la ecuación de tipo lineal (4-21). Esta fue seleccionada por tener el mayor grado de significancia.

La Figura 6, muestra que los rendimientos aumentan a una tasa constante con relación al fertilizante empleado. Una posible explicación a esta respuesta del cultivo se la puede encontrar en las características químicas del suelo.

El análisis químico del suelo para esta localidad, indica que el fósforo y el potasio asimilables se encuentran en buenas cantidades (Tabla XII del Apéndice), lo que hace suponer que estos elementos no sean los responsables de la respuesta a la fertilización. No obstante, el nitrógeno puede ser el responsable ya que algunos estudios demuestran, que en los suelos volcánicos la nitrificación es lenta debido a las bajas temperaturas y a la reacción baja del suelo que no deja que haya proliferación y ataque de microorganismos a la materia orgánica; también la alófana es una fuente fijadora de nitrógeno (27). Otra razón puede estar dada por el efecto de la interacción entre los nutrimentos, lo cual se desconoce, debido a que se usó un fertilizante compuesto.

En este caso no se puede realizar un

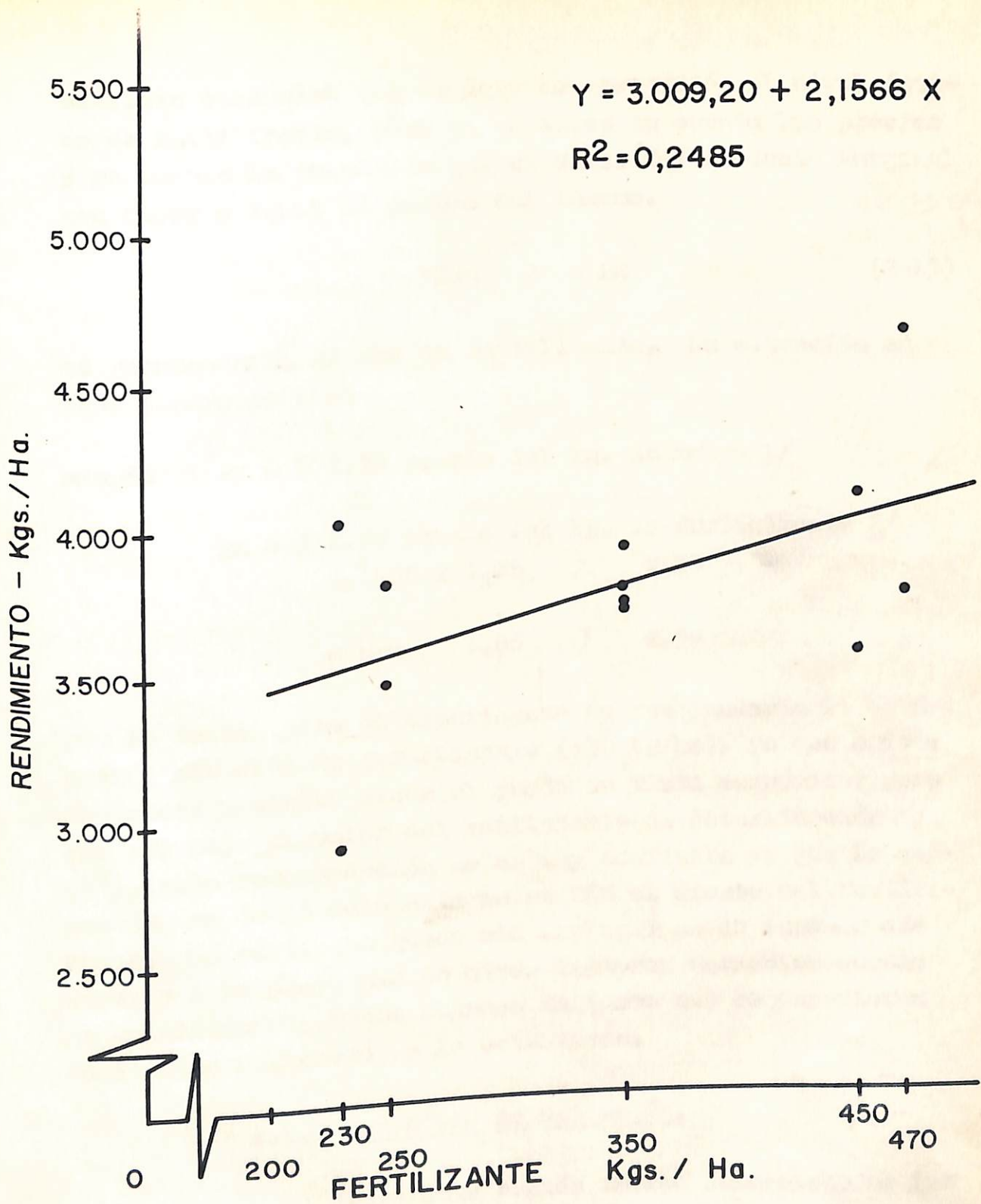


Fig.- 6 - Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo - Municipio de Contadero.

análisis económico que indique con precisión el nivel óptimo de fertilizante, pero si se tiene en cuenta los precios y se cumple la condición que el Valor del Producto Marginal sea mayor o igual al precio del insumo.

$$VP_{ma} \geq P_x \quad (2-13)$$

se recomendaría el uso de fertilizante, La situación en este ensayo es que:

siendo $P_y = \$ 2,25$ precio del kg. de trigo 1/

$$P_x = \$ 2,30 \text{ precio del kg. de fertilizante } \underline{2/}$$
$$2,1566 \times 2,25 > 2,30$$

$$\text{o sea } 4,85 > 2,30$$

por lo tanto, para el experimento se recomendaría la aplicación más alta de fertilizante (450 Kg/ha), ya que existe respuesta positiva desde el punto de vista económico; pero por ser bajo el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta recomendación no es muy confiable ya que la respuesta, se debió solamente en un 25% al efecto del fertilizante. La parte que queda sin explicar es de suponer que se deba a la presencia de otros factores variables que no se consideraron, o que algunos factores que se supusieron constantes realmente no lo estuvieron.

4.1.2 Municipio de Gualmatán.

Para esta región fueron seleccionadas las

1/ precio de sustentación del trigo en Noviembre de 1972.

2/ precio del fertilizante en Septiembre de 1972.

ecuaciones (4-25), (4-28), (4-30), (4-33), (4-36) y (4-39), una por cada experimento.

Para el experimento 2, se seleccionó la ecuación (4-25), en la cual se suprimió la observación que daba el valor más bajo de producción, correspondiente al nivel de 350 Kg/ha. de fertilizante, debido a que este punto se alejaba de la curva de una manera ilógica, pudiendo-se deber a irregularidades en la parcela o fallas en la toma de datos.

La Figura 7, muestra que los rendimientos aumentan con tasa decreciente en relación al fertilizante. La misma gráfica indica que se alcanza la máxima producción con 332 Kg/ha. Este valor se obtiene derivando e igualando a cero la función de producción.

Para la determinación del nivel óptimo se requiere que el producto marginal sea igual a la relación de precios (2-14),

$$\text{si } P_x = 2,30$$

$$P_y = 2,25 \text{ se tiene que:}$$

$$(11,7187 - 0,0352 x) = 1,0222$$

$$\text{de donde } x = 303,8778$$

esto quiere decir que el nivel óptimo de fertilización está en 304 Kg/ha.

Comparando los ingresos netos que se obtienen con el uso de diferentes cantidades de fertilizante, se tiene que con el nivel de 332 Kg/ha. de fertilizante (donde se obtiene la máxima producción), se produce

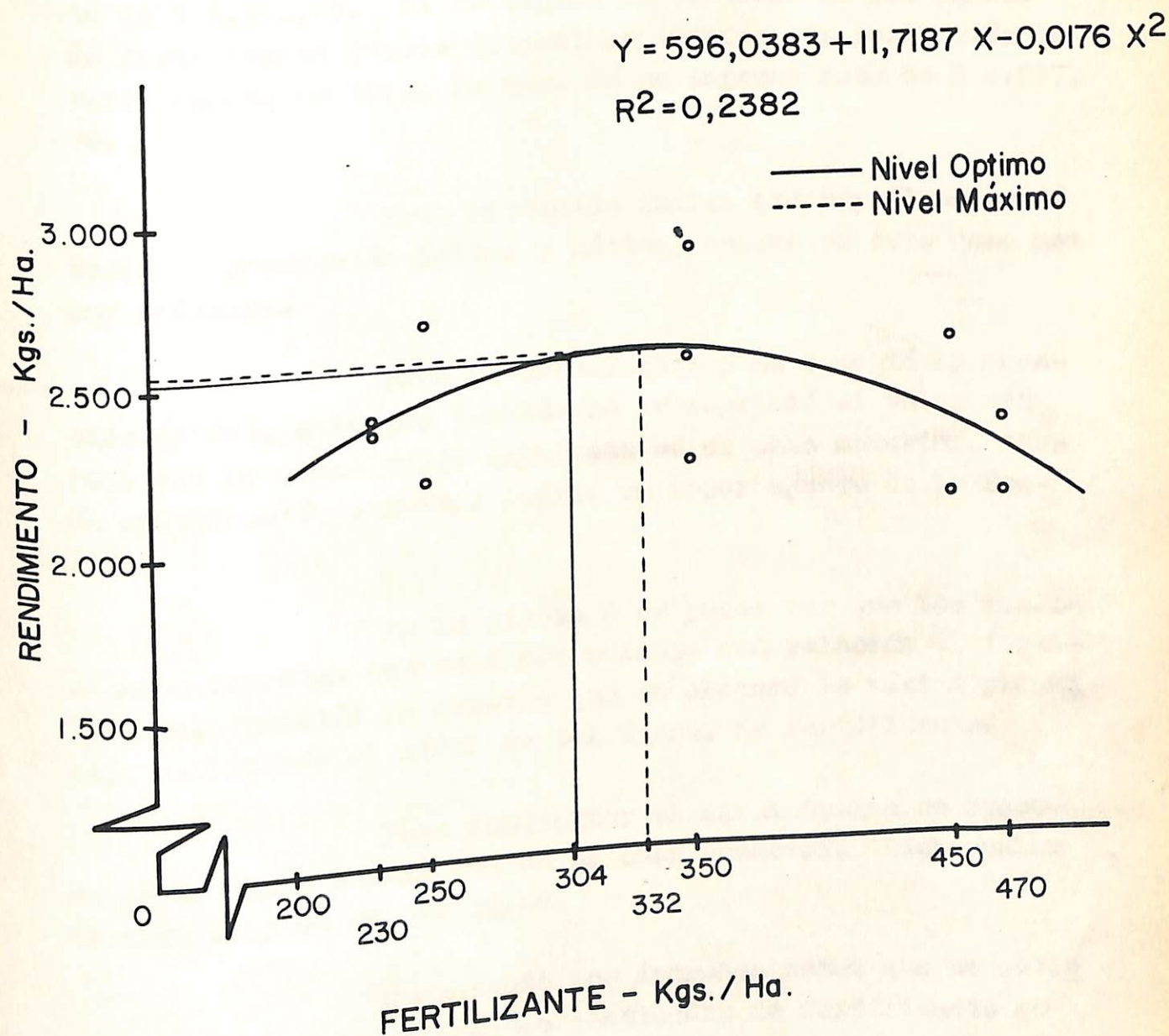


Fig. -7- Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatán.

cen 2,547 Kg/ha. de trigo lo cual resulta en un ingreso neto de \$ 4.965,05. Si se emplea la cantidad de 304 Kg/ha. de fertilizante (dosis óptima) se obtiene una producción de 2.534 Kg/ha. de trigo la cual da un ingreso neto de \$ 4.997,70.

Esta situación indica que hay diferencias entre la producción óptima y máxima, aunque en este caso sea muy reducida.

Para el experimento 3 se escogió la ecuación (4-28), a la que también se le suprimió el valor más bajo por la misma razón explicada en el caso anterior. Esta modificación permitió lograr un mejor ajuste de la función.

En la Figura 8 se puede ver que los rendimientos aumentan con tasa decreciente con relación al fertilizante. También se muestra que se alcanza la máxima producción utilizando el nivel de 341 Kg/ha. de fertilizante.

Para determinar el nivel óptimo se procede de la misma manera que en el caso anterior. Dicho valor en este caso es de 327 Kg/ha.

Comparando los ingresos netos que se obtienen con el uso de diferentes cantidades de fertilizante se producen 4.009 Kg/ha. de trigo lo cual resulta de un ingreso neto de \$ 8.235,95. Si se emplea el nivel óptimo o sea 304 Kg/ha. de fertilizante se obtiene una producción de 4.002 Kg/ha. lo cual da un ingreso neto de \$ 8.252,40.

Para estos dos experimentos hay un factor común, que es el de rendimientos decrecientes en la producción. Sin embargo al comparar la producción, se observa una

$$Y = -295,2732 + 25,2406 X - 0,0370 X^2$$

$$R^2 = 0,3942$$

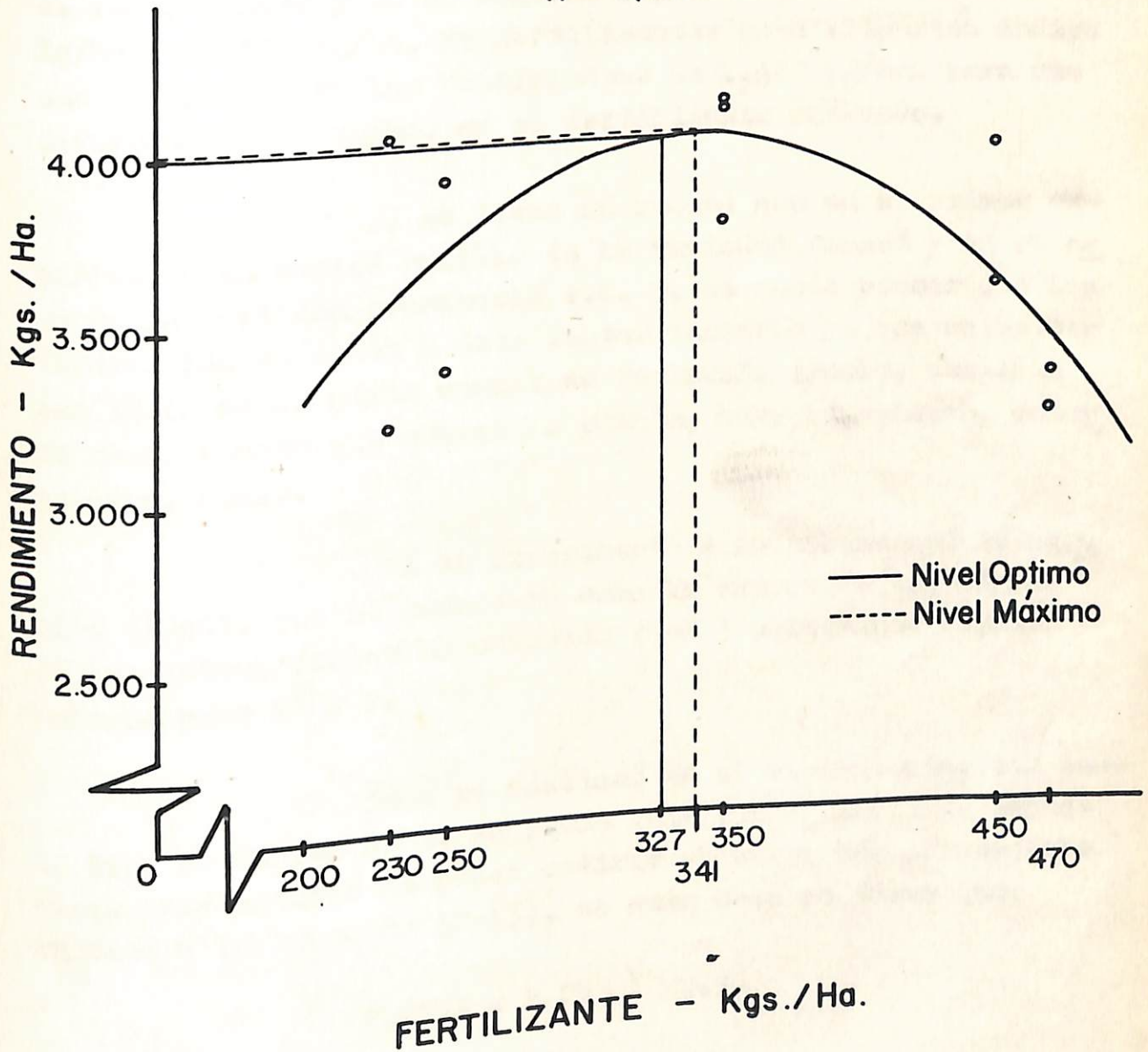


Fig. - 8 - Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatán.

gran diferencia en los dos ensayos. En el primer experimento se obtiene una producción de 2.547 Kg/ha. con 332 Kg/ha. de fertilizante y en el segundo experimento se obtiene 4.009 Kg/ha. con 341 Kg/ha. de fertilizante: esta situación indica una diferencia en los rendimientos de 1.462 Kg/ha. para una diferencia de 8 Kg/ha. en el fertilizante empleado.

Si se tiene en cuenta que en el primer experimento se empleó semilla de la variedad Samacá y en el segundo la variedad promisorio P.M. 3, se puede pensar que las diferencias se deban a este factor variable ya que no se tienen indicios de otras causas de variación (suelo, cantidad de fertilizante que extrae la planta, humedad, plagas, enfermedades, etc.).

En el experimento 4 se seleccionó la ecuación (4-30), que se consideró como la expresión más lógica de los datos, aunque la ecuación (4-31) presentaba mejores valores para R^2 y F.

Como se mencionó en el experimento, con este tipo de funciones no se puede realizar un análisis económico. Sin embargo se puede estimar el nivel más aconsejable en base a la relación (2-13), en este caso se tiene que:

$$2,1633 \times 2,25 > 2,30$$

$$\text{o sea } 4,8674 > 2,30$$

por lo tanto se recomendaría usar el nivel más alto de fertilizante, ya que se observa una respuesta económicamente positiva.

Para el experimento 5 se escogió la ecuación (4-33), por presentar mejor significación y por consi-

derarse como la representación más lógica de los datos.

Por ser función de rendimientos constantes, el análisis se reduce a ver si se cumple la condición (2-13) que numéricamente es:

$$4,5117 \times 2,25 > 2,30$$

$$\text{o sea } 10,1513 > 2,30$$

por lo tanto se recomienda usar el mayor nivel de fertilizante (450 Kg/ha.).

En el experimento 6 se seleccionó la ecuación (4-36), por dar mayor significancia.

El análisis de esta función, se hizo como en los casos anteriores, viendo que se cumpla la condición anteriormente mencionada, que numéricamente es:

$$1,2346 \times 2,25 > 2,30$$

$$\text{o sea } 2,7778 > 2,30$$

como se puede apreciar la diferencia entre el VPma y el precio del insumo no es muy apreciable, pero se podría igualmente recomendar un nivel más alto de fertilizante (450 Kg/ha.).

En los tres experimentos anteriores se puede apreciar, como lo muestran las Figuras 9, 10, y 11, que los rendimientos aumentan con tasa constante en relación al fertilizante aplicado. Una explicación podría estar dada por las características químicas del suelo, ocurriendo lo mismo que en el experimento 1 donde el fósforo y potasio asimilables están presentes en buenas cantidades.

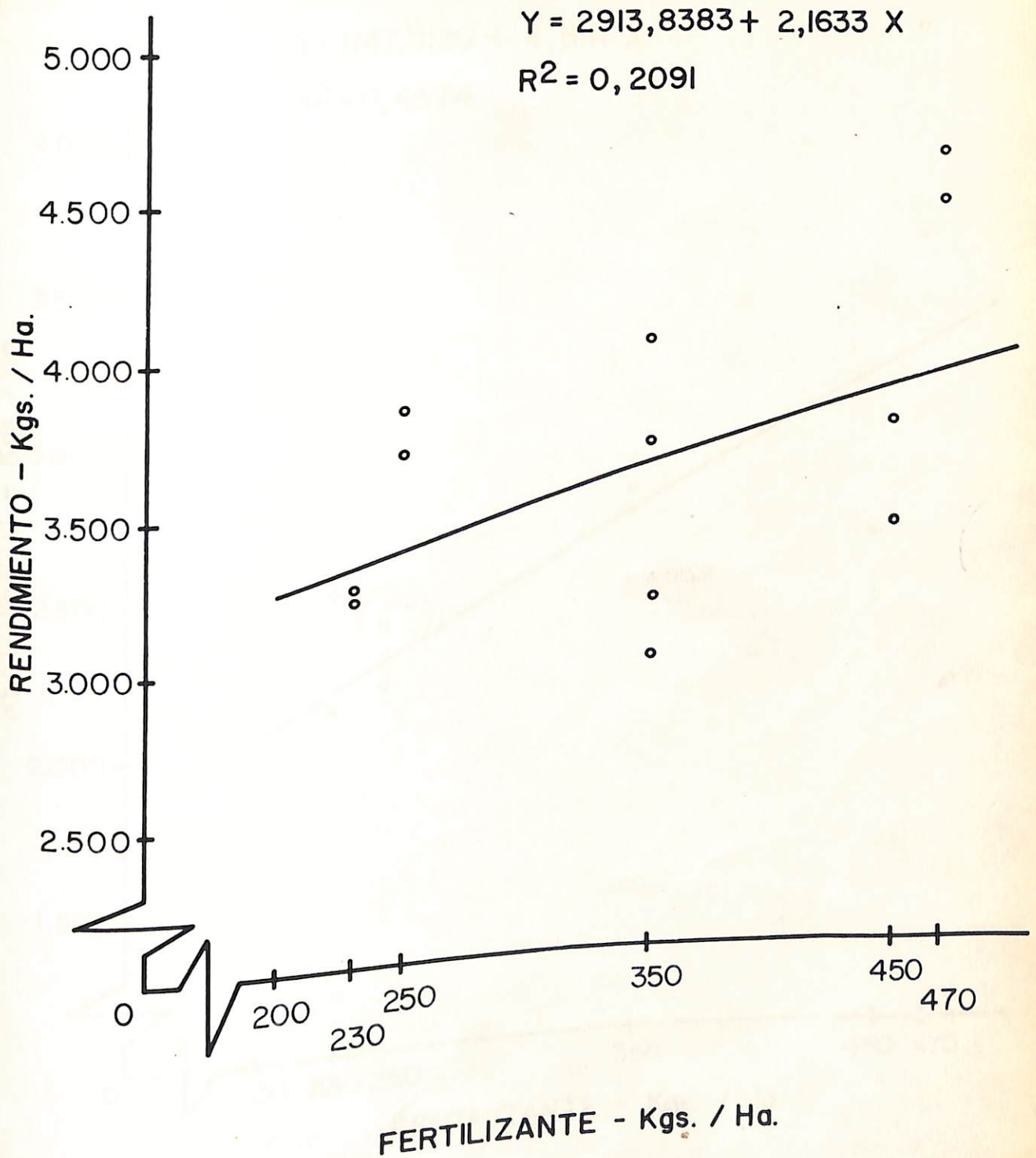


Fig.-9- Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatán.

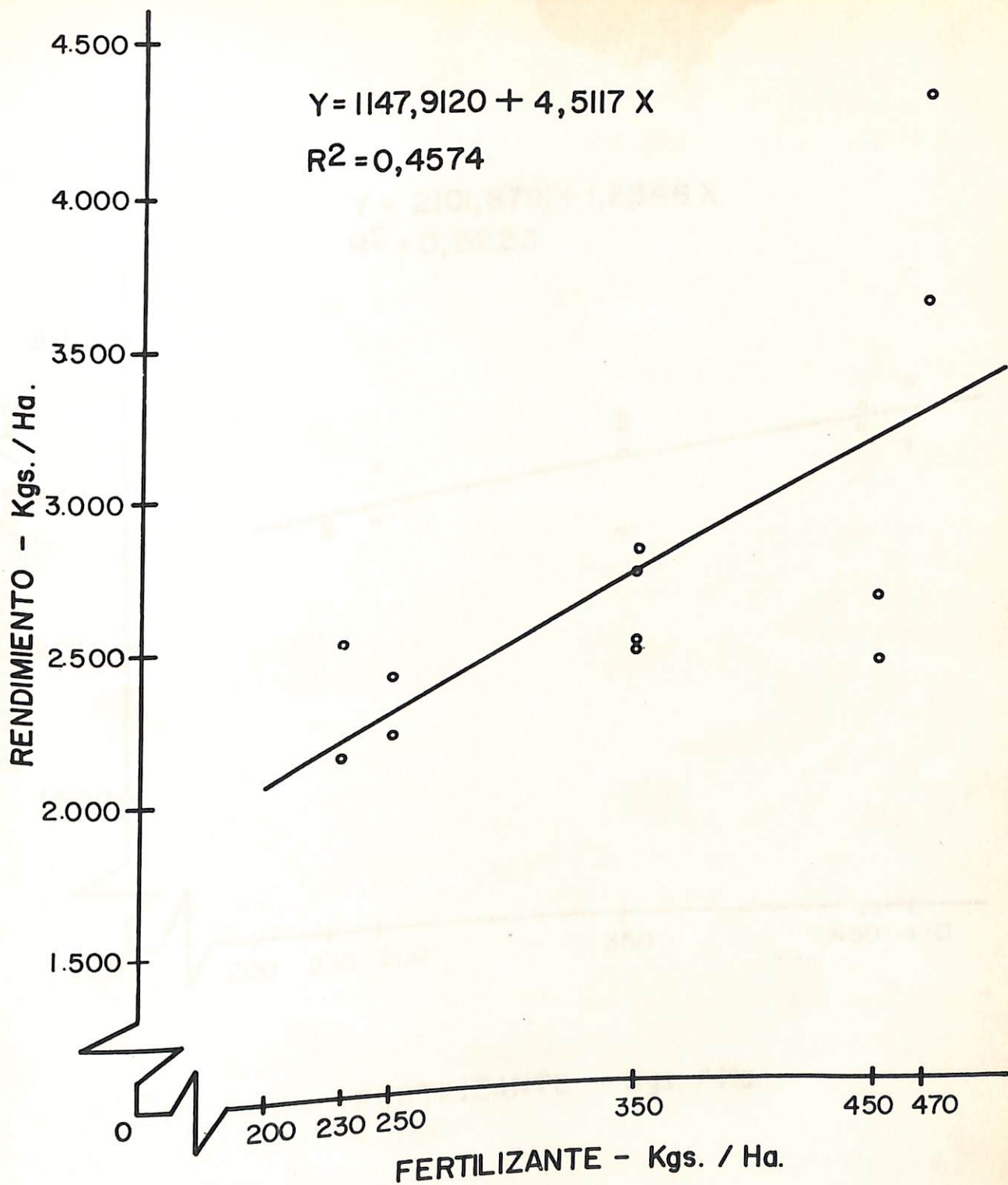


Fig. - 10 - Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatán.

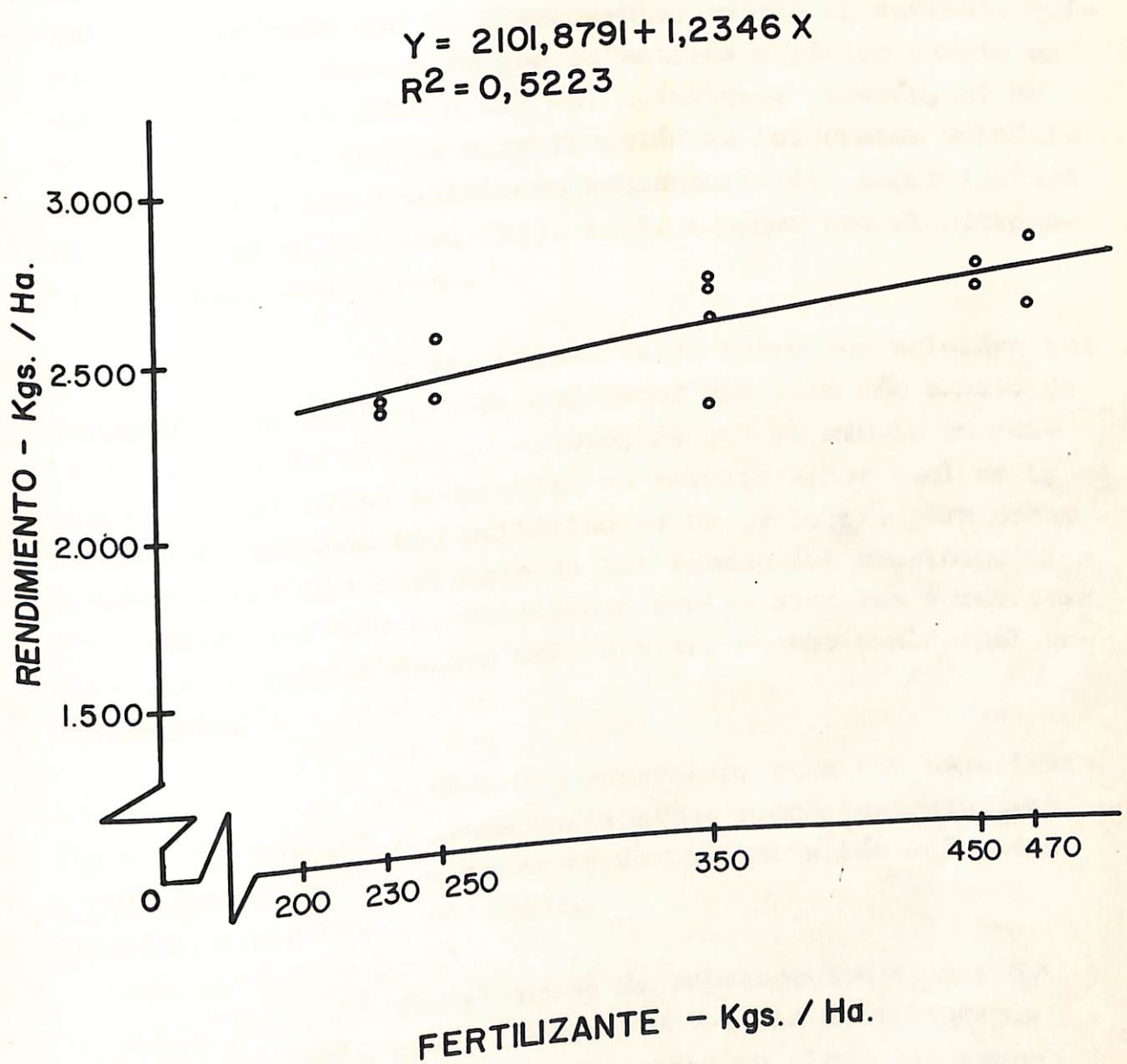


Fig.- II - Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatán.

(ver Tabla XII del Apéndice), lo que permite descartarlos como los posibles responsables de la respuesta. Es presumible que el nitrógeno sea el responsable, ya que el análisis químico del suelo demuestra que la materia orgánica existe en cantidad mediana (Tabla XII del Apéndice). Además, si se tiene en cuenta que la nitrificación en los suelos volcánicos es baja y las condiciones ambientales del lugar inhiben la actividad microbiana (27), es de suponer que el nitrógeno cambiante sea escaso.

Se desconocen datos sobre los coloides que componen esos suelos, para así tener una idea más exacta de la capacidad catiónica de cambio, ya que el simple conocimiento de las bases cambiables no permite saber cual es la capacidad de intercambio catiónico de un suelo 1/, para poder enfocar mejor las hipótesis de las causas del problema. Por otra parte, también se desconocen cuales sean las verdaderas necesidades nutricionales del cultivo, en los suelos del Departamento.

En términos generales, para los experimentos 2 y 3, que fué posible analizarlos económicamente, se podría decir que los niveles de fertilizante más adecuados estarían entre 300 y 350 Kg/ha.

Para el resto de experimentos 4, 5 y 6, sería recomendable hacer nuevas pruebas con fertilizantes simples para lograr detectar el verdadero elemento responsable ó la influencia de interacciones entre ellos respecto a la producción. Para esto sería necesario tener en cuenta los contenidos nutricionales iniciales del suelo, para ajustar mejor el experimento. Mientras no se cuente con resultados experimentales más exactos, no es posible dar una recomendación acertada para el uso de de-

1/ Ricardo Guerrero, I.A., M.Sc. comunicación personal.

terminadas cantidades de fertilizante, pero se puede generalizar diciendo, como en el primer experimento, que las cantidades más aconsejables del fertilizante están alrededor de los 450 Kg/Ha, nivel con el cual se han obtenido experimentalmente las máximas producciones.

En el experimento 7 se seleccionó la ecuación (4-39), por tener mayor significancia. El análisis como en casos anteriores, se redujo a ver la condición (2-13) así:

$$- 2,1699 \times 2,25 < 2,30$$

$$- 4,8827 < 2,30$$

en este caso no se cumple la condición, lo cual indica, que la fertilización representa pérdidas.

Como se puede ver en la Figura 12 los rendimientos son constantemente negativos a medida que se emplean mayores cantidades de fertilizante.

Una posible explicación a este fenómeno puede estar dada por la hipótesis de que ese suelo estaba en buenas condiciones nutricionales iniciales y que no necesitaba fertilizante adicional. En estas condiciones la adición de fertilizantes puede llegar a constituirse en elemento causante de desequilibrio fisiológico haciendo disminuir la producción (12). Otra posible explicación es el alto contenido de potasio, ya que algunas investigaciones (2, 4, 9, 10, 19, y 24) demuestran que los suelos de Nariño derivados de cenizas volcánicas, poseen alto contenido de este elemento; y con un inadecuado suministro de potasio, las plantas tratan de tomar más nitrógeno de lo necesario, lo que provoca debilidad y por ende

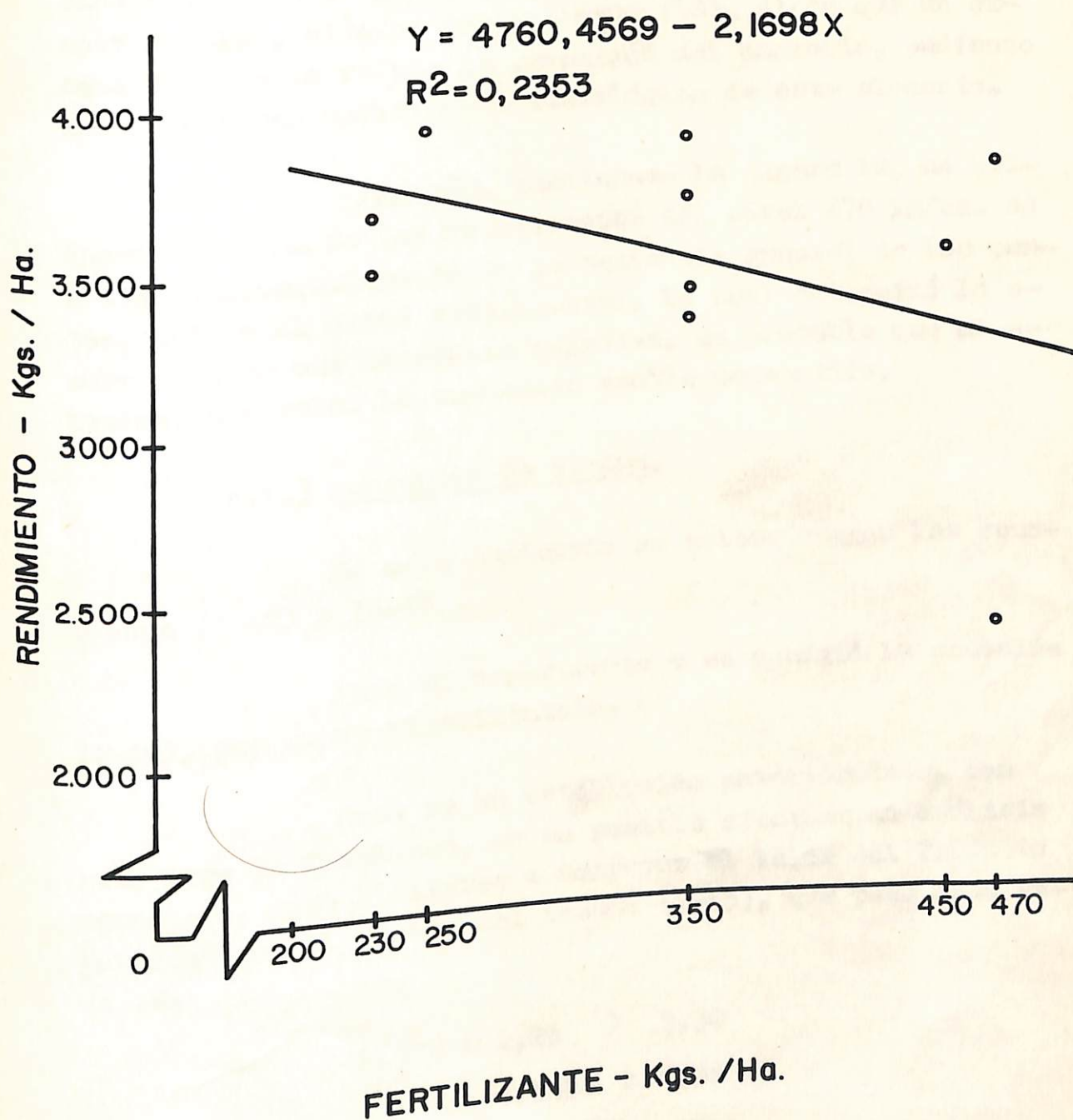


Fig.-12- Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Gualmatan.

disminución en la producción (9). Esto lo confirman Teuscher y Adler, citados por Gallardo (10), dicen que un exceso de potasio reduce la absorción del magnesio, pudiendo sobrevenir una deficiencia fisiológica de este elemento.

Además, examinando la Figura 12, se evidencia que una de las repeticiones del nivel 470 Kg/ha. se aleja considerablemente de la tendencia general de los puntos, debido al error experimental, lo cual determinó la ocurrencia de una tendencia negativa, es probable que al eliminar ese valor la tendencia cambie de sentido.

4.1.3 Municipio de Tangua.

En este municipio se seleccionaron las ecuaciones (4-42) y (4-45).

Para el experimento 8 se escogió la ecuación (4-42), por mayor significancia.

Como se ha establecido anteriormente, con este tipo de funciones, no es posible efectuar un análisis económico, sino limitarse a comparar el Valor del Producto Marginal con el precio del insumo (2-13), que para este caso es:

$$\begin{aligned} 1,920 \times 2,25 &> 2,30 \\ 4,3202 &> 2,30 \end{aligned}$$

por lo tanto se recomienda el uso de cantidades cada vez mayores del fertilizante, hasta el nivel de la máxima producción experimental de acuerdo al rango de fertilizante.

La Figura 13 muestra que los rendimientos crecen con tasa constante en relación al fertilizante. Es-

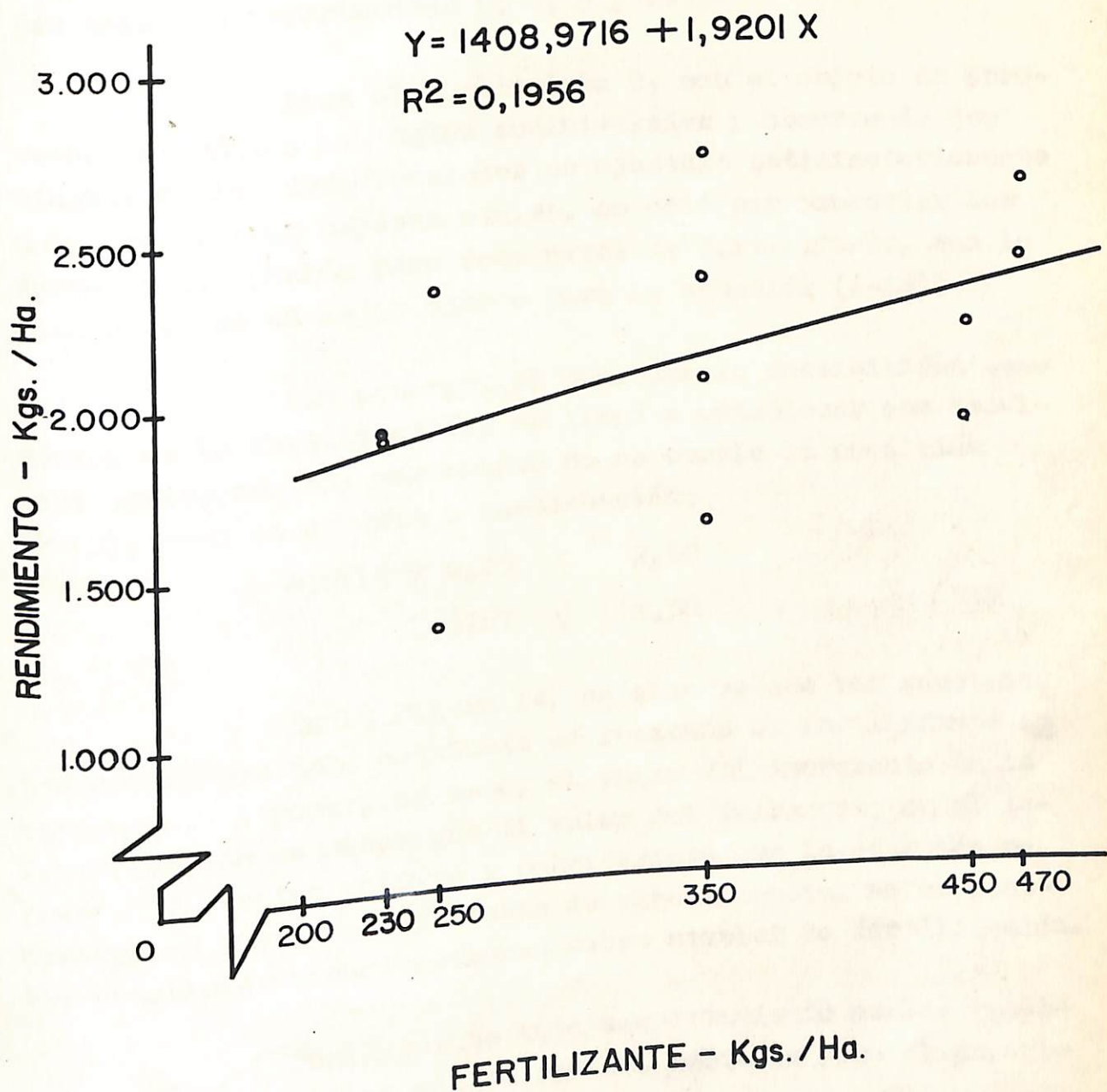


Fig.-13- Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Tangua.

ta respuesta se puede discutir con las mismas razones anotadas para los experimentos 1, 4, 5 y 6.

Para el experimento 9, con el objeto de aprovechar al máximo los datos suministrados y observando que ninguna de las tres funciones se ajustaba satisfactoriamente a los resultados experimentales, se optó por promediar los datos de producción para cada nivel de fertilizante, con lo cual se logró un mejor ajuste para la ecuación (4-45).

Sin embargo, al analizar la factibilidad económica de la fertilización, se llegó a establecer que resultaba antieconómica, por cuanto no se cumple la condición (2-13), como se aprecia a continuación:

$$\begin{array}{rcl} 0,6119 \times 2,25 & < & 2,30 \\ 1,3767 & < & 2,30 \end{array}$$

En la Figura 14, se observa que los rendimientos crecen con tasa constante en relación al fertilizante incorporado. A pesar, de esto, el valor del incremento en la fertilización es menor que el valor del incremento en el ingreso. Por estos motivos y considerando que la ecuación no muestra un nivel satisfactorio de significancia, no es posible establecer recomendaciones sobre niveles de fertilización.

Posiblemente este comportamiento de los rendimientos se deba a las mismas razones anotadas para el experimento 7.

Para este municipio no se puede dar recomendaciones específicas, pero debido a que existe indicios de una respuesta positiva a la fertilización podría decirse que se deben emplear altos niveles de fertilizante (450 Kg/ha.). Sin embargo, es conveniente efectuar nuevos ensayos para obtener resultados más confiables. Si se considera que en esta zona

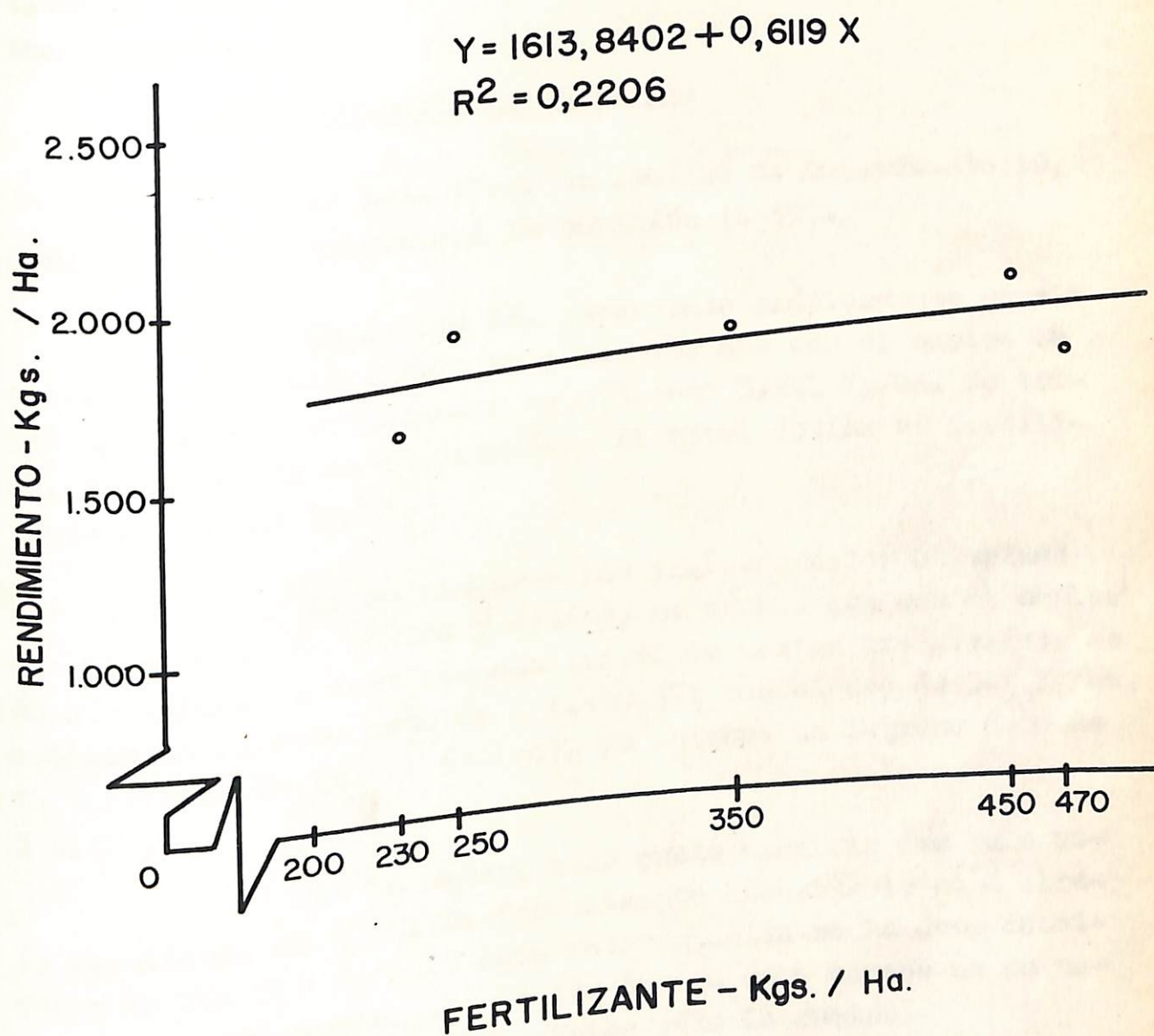


Fig.-14- Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Tangua.

el fósforo y potasio aprovechables se encuentran en buenas cantidades, sería importante hacer énfasis en fertilizaciones nitrógenadas.

4.1.4 Municipio de Pupiales.

En esta zona, se realizó el experimento 10, para el cual se seleccionó la ecuación (4-49).

La Figura 15, representa gráficamente ecuación. En la misma Figura se puede ver que con el empleo de 336 Kg/ha. del fertilizante se obtienen 3.211 Kg/ha. de trigo, punto de máxima producción. El nivel óptimo de fertilizante es de 311 Kg/ha.

Si se comparan los ingresos netos obtenidos con la producción máxima y óptima, se deduce que con el empleo de 336 Kg/ha. de fertilizante (nivel de máxima producción), se obtiene un ingreso neto de \$ 6.450,47; con el uso de 311 Kg/ha. de fertilizante (nivel óptimo), se obtiene un ingreso neto de \$ 6.479,84.

De lo anterior se puede concluir que para esta localidad, el nivel de fertilizante aconsejable está alrededor de los 310 Kg/ha. Esta recomendación se la debe considerar en forma aproximada ya que con un solo ensayo no es posible sacar conclusiones generales para la región.

4.1.5 Municipio de Yacuanquer.

Para el municipio de Yacuanquer correspondió el experimento 11, en el que no fué posible seleccionar ninguna ecuación debido a que los datos presentaban mucha variación, siendo imposible ajustarlos a una función determinada, teniendo en cuenta los criterios anteriormente anotados.

Resumiendo los resultados obtenidos para los

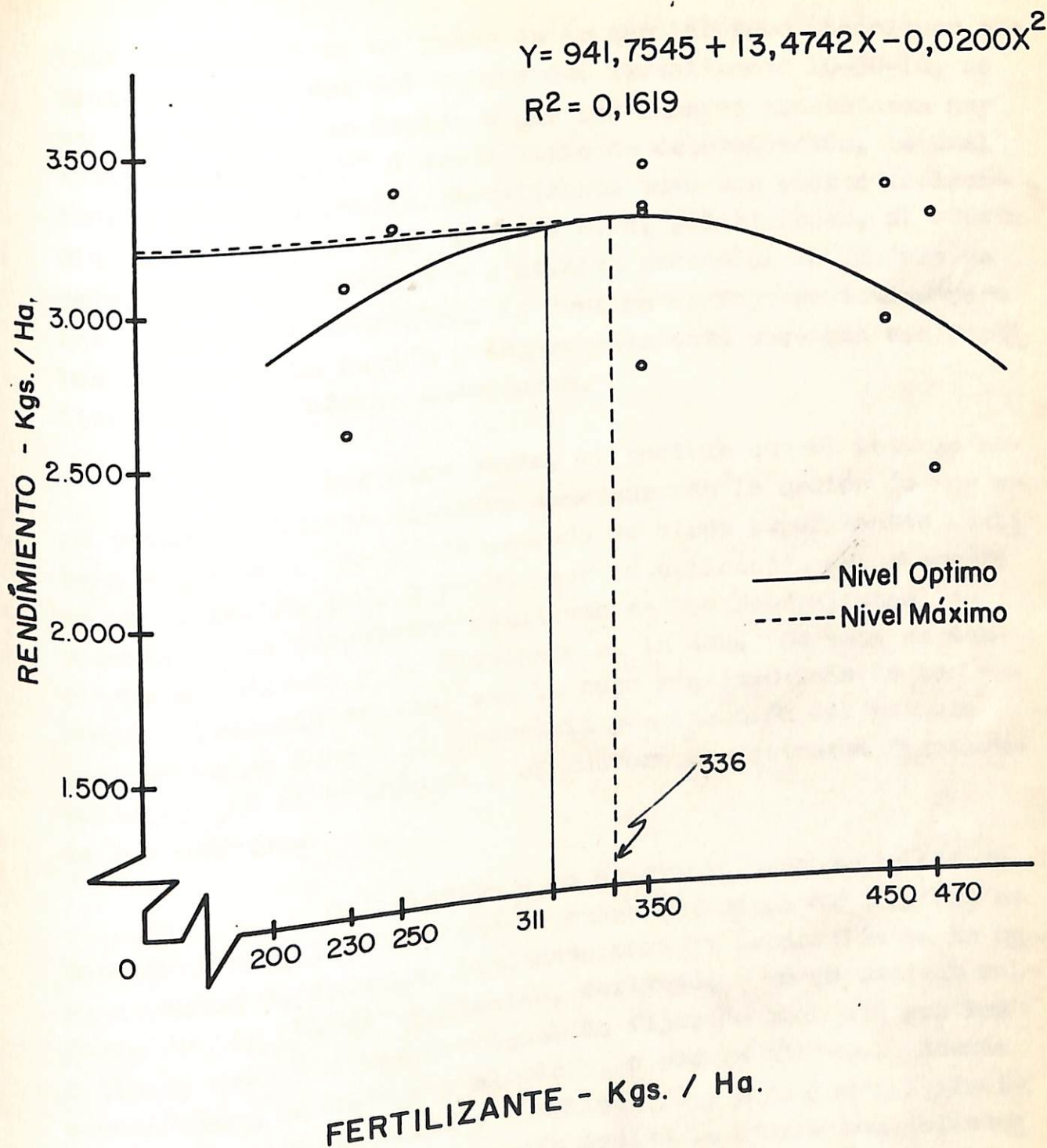


Fig. - 15 - Relación entre diferentes niveles de fertilizante 10-30-10 y el rendimiento de trigo. Municipio de Pupiales.

once experimentos, se puede decir que las recomendaciones suministradas acerca del empleo del fertilizante 10-30-10, no son muy confiables debido a que los ensayos presentaron muy bajos valores de R^2 ó coeficiente de determinación, lo cual indica que la variable fertilizante tuvo una escasa incidencia en las respuestas. Esto se debe, posiblemente, al efecto detrimental del potasio y a niveles adecuados de fósforo en los suelos experimentales, lo cual no es representativo para los suelos de la región y seguramente está asociado con fertilizaciones fosfatadas anteriores.

Por otra parte, es posible que el potasio haya tenido un efecto negativo enmascarando la acción de los otros elementos. Se ha demostrado en otros experimentos realizados en Nariño (19, 9 y 10), que la aplicación del elemento potasio no da respuestas positivas en los rendimientos, en cambio el fósforo y el nitrógeno sí la dan. De esto se desprende, presumiblemente, que la baja significancia de los experimentos se deba a la presencia y aplicación del potasio que hizo que el nitrógeno y el fósforo no mostraran plenamente sus efectos.

En relación a lo anterior, Fassbender citado por González (11), dice que el rasgo principal del fósforo es su carácter de elemento limitante para la producción en la mayoría de los suelos tropicales, derivados o no de cenizas volcánicas, debido a los problemas de fijación bien sea por los sesquióxidos de hierro y aluminio, o por la alófana. Además los trabajos de Feuillet y Feuillet (9) y González (11) indican que los suelos de la Región Andina de Nariño son deficientes en fósforo aprovechable.

Otra de las posibles causas de la baja significancia de la respuesta a la fertilización, es el alto error experimental que se evidencia en la mayoría de los ensayos, lo

cual puede deberse a múltiples factores como: errores de instalación, cuidados deficientes, etc.

Por esta razón sería conveniente planificar nuevos ensayos de este tipo, empleando fuentes separadas para cada elemento, con el fin de ver el efecto de ellos individualmente o de sus interacciones, lo cual es imposible detectar cuando se emplean fertilizantes compuestos, como en el presente caso.

4.2 Aspectos generales de la fertilización de trigo.

Una vez analizados los datos experimentales, es preciso relacionarlos, con la realidad existente, para lograr que la investigación llegue al campo y no permanezca como simple estudio experimental, sin que beneficie de un modo práctico a los agricultores. Al respecto se puede decir que actualmente, la fertilización es una práctica comúnmente aceptada por la mayoría de los productores de trigo en Nariño. Alvarado (1) anota que un 80% de los agricultores fertiliza el terreno y de estos aproximadamente un 80% utiliza el abono 10-30-10.

En términos promedios, los costos directos de producción se estiman en \$ 1.252,00 de los cuales \$ 403,50 corresponden a gastos en fertilizante (Tabla XIII del Apéndice). Esta cifra llevada a porcentaje representa el 32,36% del total de gastos (Tabla XIV del Apéndice).

De igual forma, se estima que el empleo de fertilizante varía dentro de un rango de 100 a 400 Kg/ha. con un promedio de 200 Kg/ha. (20). Con esta cantidad se obtiene actualmente un rendimiento de 1.237 Kg/ha. (Tabla XV del Apéndice).

De lo anotado se puede concluir que hay una marcada diferencia entre las cantidades comúnmente usadas por los

agricultores y las recomendaciones, tentativas, que se dan en el presente análisis, al igual que la dosis usualmente recomendadas por los técnicos para este cultivo 1/.

Por lo tanto, sería importante hacer énfasis en demostrar al agricultor la ventaja que tiene el uso de mayores cantidades de fertilizante, para lograr mayores rendimientos, en fórmulas adecuadas.

Por ejemplo, en el presente trabajo se hacen recomendaciones entre los 300 y 450 Kg/ha. o sea un promedio de 375 Kg/ha, lo cual representa el 48,7% de las inversiones en los factores de producción, si se considera constantes los costos debidos a otros insumos. Este nivel de fertilizante produce, en condiciones experimentales, un rendimiento promedio de 3.003 Kg/ha. Además, si comparamos los ingresos netos los grados cuando se emplea el nivel comunmente usado, con el nivel recomendado, tenemos lo siguiente: para el primer caso se producen 1.237 Kg/ha. que dan un ingreso neto de \$ 1.531,25 (considerando el precio por Kg. de trigo en \$ 2,25). Para el caso usar la cantidad recomendada se obtiene un ingreso neto de \$ 5.057,61.

En la Tabla XII se presentan las variaciones de los ingresos netos ante cambios en los precios de trigo y fertilizante, considerando constantes las inversiones debidas a otros factores de producción. Aunque estos datos son bajo condiciones experimentales, se demuestra la mayor rentabilidad de la producción cuando se utilizan mayores cantidades de fertilizante.

1/ Algunas recomendaciones sugieren emplear de 250 a 350 Kg/ha. de fertilizante 10-30-10 y de 300 a 500 Kg/ha. de calfos, en vista de la deficiencia del fósforo en la mayoría de los suelos trigueros de Nariño. ICA-FENALCE "Día de campo sobre trigo". Pasto, Agosto 1969.

Sin embargo, la situación con los agricultores es que tienden a emplear los insumos hasta maximizar el producto promedio $\frac{1}{2}$, y no el de obtener los máximos rendimientos económicos.

Esto se debe a que ellos emplean el fertilizante en forma proporcional a la cantidad de semilla utilizada y de la misma manera miden los rendimientos. (20).

Sería importante hacer campañas de divulgación, con el fin de cambiar la mentalidad del agricultor, respecto al empleo adecuado de los recursos de producción.

Por otra parte, el problema del uso adecuado de fertilizantes no radica en falta de capital, porque las entidades crediticias atienden normalmente las solicitudes presentadas (1). Es así como en el año de 1972 la Caja de Crédito Agrario, puso al servicio de los usuarios \$ 2.250.000.00 a razón de \$ 2.200.00 por hectárea en los cinco municipios estudiados; y para el primer semestre del presente año, tiene disponibles \$ 1.950.000.00 (Tabla XVI del Apéndice). Además, hay otras entidades tales como INCORA e ICA dispuestas a prestar capital para inversiones agrícolas, lo cual demuestra que el crédito es suficiente para financiar a los agricultores. Sin embargo habría que estudiar otras limitaciones que afectan el uso del crédito, tales como tipo de intereses, plazos, garantías, etc.

A pesar de esto, existe otro aspecto muy importante de considerar, que es la relación de precios del trigo y los fertilizantes a través de los años.

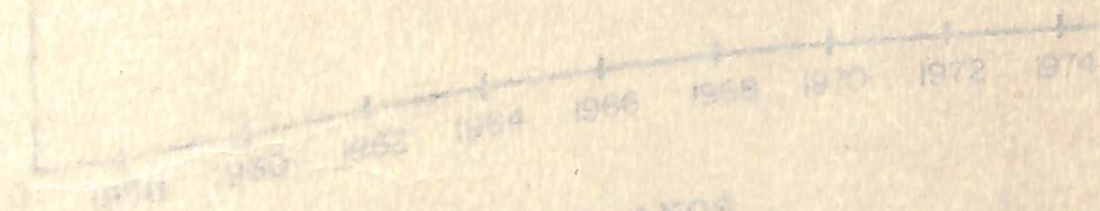
1/ Se define como la relación entre el Producto Total y la cantidad de insumos utilizados en esa producción (22).

350+ La Figura 16 muestra la tendencia de los índices de precios tanto del trigo como de fertilizantes, tomando como base el del año 1958. En esta gráfica se puede apreciar, que mientras el precio real del fertilizante asciende considerablemente, el del trigo tiende a bajar. Esto representa un aspecto negativo para la producción, porque aunque los precios de sustentación para el producto aumenten, el precio de fertilizante aumenta en mayor proporción (Tabla XVII del Apéndice), lo que hace que el agricultor se vea restringido en el uso adecuado de este factor de producción, lo que va a repercutir en baja productividad. El agricultor Nariñense se encuentra en mayor desventaja frente a los productores del resto del país, porque los costos de los insumos se elevan en esta sección, debido a los costos del transporte, siendo lo ideal que el gobierno se preocupe por establecer y controlar la relación de precios.

Este es uno de los aspectos más importantes que se deben considerar al tratar de llevar la técnica y la experimentación al campo.

$$\text{Trigo: } Y = 101,37 - 2,33 X$$

53+



TIEMPO EN AÑOS

Antes de 1958 los índices de los precios del trigo por carga de 120 kilos, y el fertilizante por bulto de 50 kilos, a partir de los años

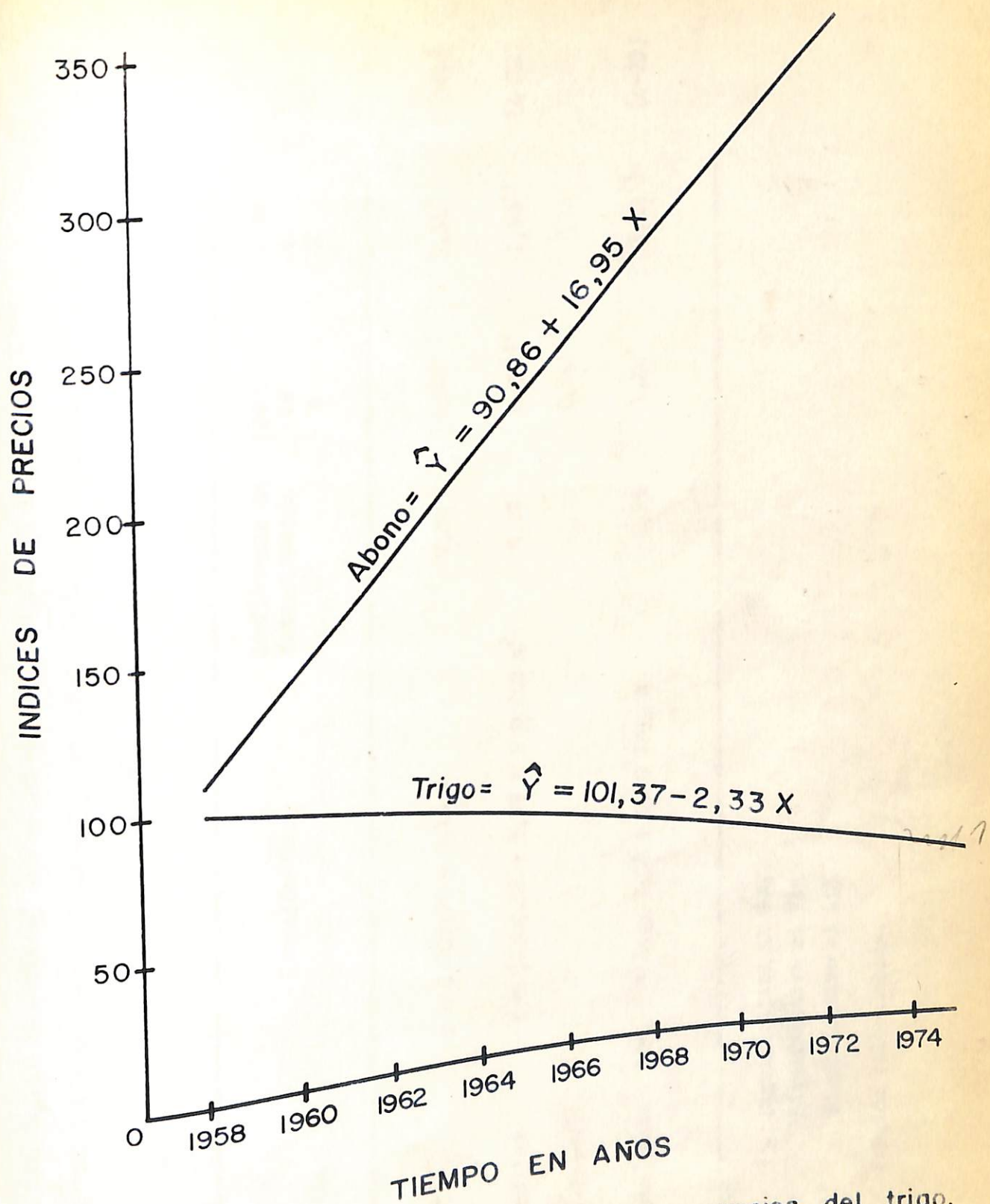


Fig. -16- Relación entre los índices de los precios del trigo. (Precio por carga de 120 kilos), y el fertilizante, (Precio por bulto de 50 kilos), a través de los años.

TABLA I

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS
DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 1. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

CONTADERO

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal $\frac{1}{\sqrt{}}$	$y = 3.009,20 + 2,16 x$	0,26	1,82 ⁰	3,31 ¹ (4-21)
Cuadrática	$y = 3.314,16 + 0,29 x + 0,003 x^2$	0,25	0,02 ¹¹¹	1,50 ¹¹ (4-22)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 7,08 + 0,20 \log_e x$	0,25	0,14 ¹¹¹¹	3,22 ¹¹ (4-23)

- I Significativo al 90%
- II Significativo al 75%
- III Significativo al 10%

$\frac{1}{\sqrt{}}$ Función seleccionada.

TABLA II

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 2. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal	$y = 2.121,38 - 0,64 x$	0,05	0,72'''	0,51''' (4-24)
Cuadrática $\bar{L}$	$y = 596,04 + 11,72 x - 0,02 x^2$	0,24	1,29'' 1,43'	1,27''' (4-25)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 8,27 - 0,09 \log_e x$	0,05	0,72'''	0,51''' (4-26)

- ' Significativo al 80%
- '' Significativo al 70%
- ''' Significativo al 50%

$\bar{L}$ Función seleccionada.

TABLA III

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS
DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 3. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal	$y = 3.814,62 - 0,68 x$	0,02	-0,42''''	0,17'''''' (4-27)
Cuadrática $\frac{1}{2}$	$y = 295,27 + 25,24 x - 0,04 x^2$	0,39	2,12'' 2,29'	2,57'''' (4-28)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 8,52 - 0,06 \log_e x$	0,01	0,36''''	0,13'''''' (4-29)

' Significativo al 95%
 '' Significativo al 90%
 ''' Significativo al 75%
 '''' Significativo al 30%
 ''''' Significativo al 25%

$\frac{1}{2}$ Función seleccionada.

TABLA IV

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 4. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Pruebas de t	Pruebas de F
Lineal $\bar{y}$	$y = 2.913.84 + 2.16 x$	0.21	1.41''	2.64''' (4-30)
Cuadrática	$y = 6.131.17 - 18.35 x + 0.03 x^2$	0.42	1.25''' 1.40''	3.18' (4-31)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 6.86 + 0.23 \log_e x$	0.22	1.71''	2.91''' (4-32)

° Significativo al 90%
 " Significativo al 80%
 "" Significativo al 75%
 "" Significativo al 70%

$\bar{y}$ Función seleccionada.

TABLA V

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS
DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 5. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE
GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Líneaal 1/	$y = 1.147,91 + 4,51$	0,46	2,90'	8,43' (4-33)
Cuadrática	$y = 4.236,70 - 14,32 x + 0,03 x^2$	0,53	0,89'''' 1,13''''	5,79'' (4-34)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 5,04 + 0,49 \log_e x$	0,46	2,93'	8,58' (4-35)

' Significativo al 98%
 '' Significativo al 95%
 ''' Significativo al 70%
 '''' Significativo al 60%

1/ Función seleccionada.

TABLA VI

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 6. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal $\bar{L}$	$y = 2.101,88 + 1,23 x$	0,52	3,31'	10,93' (4-36)
Cuadrática	$y = 1.501,46 + 2,35 x - 0,001 x^2$	0,53	0,57''' 0,26'''''	4,99'' (4-37)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 6,88 + 0,16 \log_e x$	0,52	3,35'	11,09' (4-38)

' Significativo al 99%
 '' Significativo al 95%
 ''' Significativo al 40%
 '''' Significativo al 20%

$\bar{L}$ Función seleccionada.

TABLA VII

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS
DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 7. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE
GUALMATAN

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Pruebas de t	Prueba de F
Lineal $\sqrt{}$	$y = 4.260,46 - 2,17 x$	0,23	-1,75	3,08** (4-39)
Cuadrática	$y = 2.710,15 + 7,33 x - 0,01 x^2$	0,28	0,55*** 0,68***	1,7335** (4-40)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 9,46 - 0,22 \log_e x$	0,21	-1,64*	2,67** (4-41)
'	Significativo al 80%			
"	Significativo al 75%			
'''	Significativo al 40%			
$\sqrt{}$	Función seleccionada.			

TABLA VIII

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS

DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 8. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

TANGUA

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal $\bar{1}/$	$y = 1.408,97 + 1,92 x$	0,19	1,56'	2,43'' (4-42)
Cuadrática	$y = 334,09 + 3,92 x - 0,003 x^2$	0,20	0,29'''''' 0,14''''''	1,09'''' (4-43)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 5,68 + 0,33 \log_e x$	0,20	1,58'	2,48'' (4-44)

- ' Significativo al 80%
- '' Significativo al 75%
- ''' Significativo al 50%
- '''' Significativo al 20%
- ''''' Significativo al 10%

$\bar{1}/$ Función seleccionada.

TABLA IX

FUNCIONES DE PRODUCCIÓN, COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN Y PRUEBAS DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 9. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

TANGUA

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal $\frac{1}{2}$	$y = 1.613,84 + 0,61 x$	0,22	0,92 ¹	1,13 ¹¹ (4-45)
Cuadrática	$y = 642,93 + 6,60 x - 0,008 x^2$	0,08	0,68 ¹¹¹ 0,60 ¹¹¹¹	0,42 ¹¹¹¹¹ (4-46)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 6,68 + 0,14 \log_e x$	0,06	0,26 ¹¹¹¹¹¹	0,70 ¹¹ (4-47)

¹ Significativo al 60%
¹¹ Significativo al 50%
¹¹¹ Significativo al 40%
¹¹¹¹ Significativo al 25%
¹¹¹¹¹ Significativo al 20%

$\frac{1}{2}$ Función seleccionada.

TABLA X

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO 10. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE

FUPIALES

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F
Lineal	$y = 3.231,05 - 0,54 x$	0,02	0,48'''	0,02'''''' (4-48)
Quadrática $\frac{1}{2}$	$y = 941,75 + 13,47 x - 0,02 x^2$	0,16	1,17' 1,17'	0,86'' (4-49)
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 8,31 - 0,02 \log_e x$	0,01	-0,39'''	0,15'''''' (4-50)

- ' Significativo al 70%
- " Significativo al 50%
- ''' Significativo al 30%
- '''' Significativo al 25%
- '''''' Significativo al 10%

$\frac{1}{2}$ Función seleccionada.

TABLA XI

FUNCIONES DE PRODUCCION, COEFICIENTES DE DETERMINACION Y PRUEBAS
DE t Y F PARA EL EXPERIMENTO II. REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE
YACUANQUER

Función de Producción	Ecuación	Coefficiente de determinación R^2	Prueba de t	Prueba de F	
Lineal	$y = 3.208,35 + 0,25 x$	0,001	0,14''	0,03''	(4-51)
Cuadrática	$y = 2.761,46 + 2,99 x - 0,004 x^2$	0,006	0,13''	0,05''	(4-52)
			0,16''		
Logarítmica	$\log_e y = \log_e 7,87 + 0,04 \log_e x$	0,006	0,26''	0,06''	(4-53)

Significativo al 20%

Significativo al 10%

Significativo al 5%

Prueba de significación actual para el trigo, meses de 1.973

Prueba de significación para el trigo a partir de junio de 1.973

VARIAION DE LOS INGRESOS NETOS ANTE CAMBIOS EN EL PRECIO DEL TRIGO Y EL FERTILIZANTE 10-30-10

Precio del Kg. de trigo							
	2,25	2,50	2,75	3,10 ^{2/}	3,30 ^{3/}	3,50	3,75
2,30	5.057,61	5.808,36	6.559,11	7.610,16	8.210,76	8.811,36	9.562,11
2,50	4.982,61	5.733,36	6.484,11	7.535,16	8.135,76	8.736,36	9.487,11
3,00	4.795,11	5.545,86	6.296,61	7.347,66	7.948,26	8.548,86	9.299,61
3,30 ^{1/}	4.682,61	5.433,36	6.184,11	7.235,16	7.835,76	8.436,36	9.187,11
3,50	4.607,61	5.358,36	6.109,11	7.160,16	7.760,76	8.361,36	9.112,11
4,00	4.420,11	5.170,86	5.921,61	6.972,66	7.573,26	8.173,86	8.924,61

Precio del Kg. del fertilizante							
	2,25	2,50	2,75	3,10 ^{2/}	3,30 ^{3/}	3,50	3,75
2,30	5.057,61	5.808,36	6.559,11	7.610,16	8.210,76	8.811,36	9.562,11
2,50	4.982,61	5.733,36	6.484,11	7.535,16	8.135,76	8.736,36	9.487,11
3,00	4.795,11	5.545,86	6.296,61	7.347,66	7.948,26	8.548,86	9.299,61
3,30 ^{1/}	4.682,61	5.433,36	6.184,11	7.235,16	7.835,76	8.436,36	9.187,11
3,50	4.607,61	5.358,36	6.109,11	7.160,16	7.760,76	8.361,36	9.112,11
4,00	4.420,11	5.170,86	5.921,61	6.972,66	7.573,26	8.173,86	8.924,61

^{1/} Precio actual del Kg. de fertilizante 10-30-10. Marzo de 1.973

^{2/} Precio de sustentación actual para el trigo. Marzo de 1.973

^{3/} Precio de sustentación para el trigo a partir de Junio de 1.973

V. CONCLUSIONES

Analizados los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

- 1.- El análisis de regresión suministra, en todos los experimentos estudiados, coeficientes de determinación (R^2) generalmente bajos. Esto indica que la fertilización, como fuente de variación, explica un bajo porcentaje de la variación en la producción, dados constantes los otros factores.
- 2.- La muy baja significación de la respuesta a la adición de fertilizante 10-30-10, parece estar asociada con una acción detrimental del potasio y con niveles adecuados de fósforo en la mayoría de los suelos experimentales, lo que, por otra parte, no es una condición representativa de los suelos andinos de Nariño.
- 3.- En la mayoría de los experimentos influyen otros factores de variación diferentes a la fertilización, que no se consideran, ó que algunos que se creía constantes, realmente no lo estuvieron, debido a fallas en la realización y montaje del experimento. Esto se evidencia en el alto error experimental de la mayoría de los ensayos.
- 4.- A excepción del municipio de Yacuanquer, fué posible ajustar una función de producción determinada, en cada uno de los experimentos.
- 5.- Para ninguno de los municipios estudiados es posible dar recomendaciones económicamente precisas acerca del uso de fertilizante, debido a que las respuestas se debieron en bajos porcentajes a la aplicación del fertilizante y por la gran variación de los resultados obtenidos en los experimentos.

- 6.- En las localidades de Contadero y Tangua se recomendaría la aplicación más alta de fertilizante (450 Kg/ha.), ya que existe respuesta positiva desde el punto de vista económico.

Para el municipio de Gualmatán, por falta de uniformidad entre los 6 experimentos analizados, se recomendaría una aplicación promedia, comprendida entre el rango de 300 a 450 Kg/ha. de fertilizante.

Para Pupiales se recomienda en forma aproximada, usar niveles de fertilizante alrededor de los 310 Kg/ha.

- 7.- Existe un marcado desajuste entre las recomendaciones técnicas sobre fertilización y las cantidades que usan comúnmente los agricultores de la región.

VI. RECOMENDACIONES

En base al análisis de los datos suministrados, se formulan las siguientes recomendaciones:

- 1.- Realizar más pruebas de este tipo, utilizando fuentes se paradas de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio y sobre los resultados que se obtengan, recomendar las fórmulas de fertilizante comercial más adecuadas.
- 2.- Desarrollar estudios de modelos matemáticos de funciones de producción, que incluyan los factores de mayor incidencia en los rendimientos de los cultivos.
- 3.- Colaboración de economistas con ingenieros agrónomos en el planeamiento de investigaciones agropecuarias.
- 4.- La investigación sobre usos de fertilizantes, para que tenga una mayor eficiencia, debe ser organizada en cada uno de los tipos de suelos del área donde sus resultados serán aplicados, para lo cual debe considerarse entre otras cosas:

- un mapa detallado de suelos
- influencia de la fertilidad inicial
- manejo anterior del suelo
- estudios previos para determinar los factores más importantes en la respuesta del cultivo a los fertilizantes, ó el grado posible de interacción de las variables (época de aplicación, forma de aplicación, etc.).

5.- Se sugiere que los experimentos, sean controlados al máximo, para que de esta forma, los factores que de un principio se consideren constantes, permanezcan así durante el desarrollo del experimento y, así se reduzca el error experimental.

6.- Al planear proyectos tendientes a aumentar la producción y los rendimientos, se debe tener en cuenta el establecimiento de otros programas, como Extensión; Fomento y Política económica que asegure la permanencia y desarrollo de los objetivos propuestos.

VII. RESUMEN

El presente trabajo trató de analizar los aspectos económicos de la fertilización de trigo en algunos municipios del Departamento de Nariño. El objetivo general fué el de determinar la dosis más aconsejable, económicamente, para la aplicación de fertilizante en el cultivo de trigo, relacionándola con la incidencia de algunos factores, tales como: costos de producción aspectos socio-económicos y crédito.

En base a los datos suministrados por el Programa Nacional de Suelos del ICA (once experimentos localizados en los municipios de Contadero, Gualmatán, Tangua, Pupiales y Yacuanquer), se hizo el análisis económico, utilizando funciones de tipo lineal, cuadrático y logarítmico para cada experimento, fijadas por el método de regresión.

Las conclusiones más importantes a que se llegó fueron:

- 1.- Todos los experimentos dieron coeficientes de determinación (R^2) bajo, lo que indica que la variable fertilización, tuvo un bajo porcentaje de influencia.
- 2.- Las recomendaciones dadas se pueden tomar como guía general y no como resultado definitivo, debido a la baja confiabilidad de la respuesta.
- 3.- Para las localidades de Contadero y Tangua se recomienda la aplicación de 450 Kg/ha. de fertilizante 10-30-10. Para Gualmatán un promedio entre el rango de 300 a 450 Kg/ha. y para Pupiales alrededor de los 310 Kg/ha.

SUMMARY

The present work was conducted for analysing the different economical aspects of fertilization in wheat in some Departament of Narino Counties. The general objective was to find the most economically recomendable level in wheat fertilization, relater it with some factors as: production cost, socio-economical aspects and monetary credit.

An economical analysis was made basad on field data from the National Soil Program of ICA (11 experiments conducted in Contadero, Gualmatán, Tangua, Pupiales and Yacuanquer counties), it was user linear, cuadratic and logarithmic functions for each experiment by means of the regresion method.

This are the most main conclusions:

- 1.- All experiments showed a low determination coefficient (R^2) which means that the fertilization variable had a low porcentage of incidence.
- 2.- The recommendations may be taken as a general rule and not as a difinite result, because the low confidence of the responce.
- 3.- It's recommended to apply a level of 450 Kg/ha. of 10-30-10 for the Contadero and Tangua areas, and a some value between 300 and 450 Kg/ha. for Gualmatan county and about 310 Kg/ha. for the Pupiales area.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO, J. et al. 1.967. Descripción de la tecnología agrícola adoptada por los cultivadores de trigo en cuatro municipios del Departamento. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 177 p. (Mimeografiada).
2. ARTEAGA, M.C. 1.972. Capacidad de reposición de potasio en algunos suelos volcánicos del altiplano de Ipiales - Nariño. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. 71 p. (Mecanografiada).
3. BISHOP, G.E. y W.D. TOUSSAINT. 1.966. Introducción al análisis de economía agrícola. Trad. por M. Cuadra. Mexico Centro Regional de Ayuda Técnica, (A.I.D.) 262 p.
4. BRAVO, R.A. y P.P. ERASO. 1.972. Estudio de fertilidad en los suelos del altiplano de Túquerres. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. 115 p. (Mecanografiada).
5. BROWN, W.G. et al. 1.956. Production functions, isoquants, isoclines and economic optima in corn fertilization for experiments with two and three variable nutrients. Iowa Agricultural Experiment Station (USA) Research Bulletin 441 pp. 807 - 832.
6. CARAVELLO, R.V. y F. GIANNETO. 1.964. Ensayos de fertilización en trigo y cálculo de las dosis mí

nimas de nitrógeno, fósforo y potasio. Revista de Investigaciones Agropecuarias. (Argentina).
1 (2): 13 - 27.

7. COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1.967
Atlas de Colombia Bogotá, Litografía Arco. 263
p.

8. COUTO, W. y L. GILLES. 1967. Funciones de producción
en trigo con varios niveles de nitrógeno y fósforo
en praderas pardas derivadas de Arazati. In
Investigación Económica y Experimentación Agrí-
cola. IICA. Universidad Católica de Chile. Mon-
tero E. y S. Pérez, Editores. Montevideo (uru-
guay). 303 p.

9. FEUILLET, C. y A. FEUILLET. 1.971. Fraccionamiento
de nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de
la Sabana de Túquerres bajo condiciones de prade-
ra. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño,
Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. 109 p.
(Mecanografiada).

10. GALLARDO, M. 1.973, Efecto de la fertilización en
el anís (Pimpinella anisum, L.) en el municipio
de Albán (N). Tesis de Ing. Agr. Universidad
de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto
41 p. (Mecanografiada).

11. GONZALES, G.M. 1.971. Fraccionamiento de fósforo
en suelos volcánicos del altiplano de Ipiales,
Nariño. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Na-
riño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. 65
p. (Mecanografiada).

12. GRIMM, S.S. 1.970. Algunas consideracoes sobre o

modelo de resposta a fertilizantes. Tese de Magister Scientiae. IICA. Turrialba (Costa Rica) 91 p. (Mimeografiada).

13. HEADY, E.O. y J.L. DILLON. 1.960. Agricultural Production Functions. Iowa State University Press. Ames Iowa. (USA). 667 p.

14. _____, J. T. PESEK y W.G. BROWN. 1.955. Crop responde surfaces and economic optima in fertilizer use. Iowa Agricultural Experiment Station. (USA). Research Bulletin nº 424 pp. 293 - 332.

15. _____, J. T. PESEK y W.O. McCARTHY. 1.963. Production functions and methods of specifying optimum fertilizer use under various uncertainty conditions for hay. Iowa Agricultural Experiment Station. (USA). Research Bulletin nº 518 pp. 921-939.

16. HILDEBRANS, P.E. 1.971. Un diseño experimental para mejorar recomendaciones en fertilización. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Informe Nº 2. Regional No. 5. Palmira. 13 p.

17. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1.972. Datos de campo. Programa Nacional de Suelos. Regional Nº 5. Estación experimental de Obonuco. Pasto.sp.

18. LUNA, E.T. 1.969. Conferencias de economía II y Cooperativismo. Universidad de Mariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 150 p. (Mimeografiada).

19. _____ 1.971. Análisis económico de la fertiliza

ción de papa en algunas regiones de Nariño. Trabajo especial del Programa para graduados en ciencias. Universidad Nacional, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 38 p. (Mecanografiada).

20. _____ 1.972. Estudio de la productividad de los recursos agrícolas en zonas de minifundio. Tesis de Magister Scientia. Universidad Nacional - ICA, Bogotá. 151 p. (Mecanografiada).
21. MAPRA, C.R. 1.971. Aspecto da interpretação económica de un experimento de adubação. Relatório final do curso de Fertilidade do Solo. Universidade Federal de Vicosá, Minas Gerais (Brasil). 26 p.
22. MANNIG, R.C. 1.967. Análisis económico de la aplicación de fertilizantes al cultivo de la papa en la sierra peruana. In Investigación Económica y Experimentación Agrícola. IICA. Universidad Católica de Chile. Montero E. y S. Pérez, Editores Montevideo (Uruguay). 303 p.
23. MOLINA, A.C. 1.969. Estudio sobre algunos aspectos del nitrógeno en los suelos del altiplano de Pasto (Nariño). Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 68 p. (Mimeografiada).
24. ORDONEZ, G.H. 1.969. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del altiplano de Pasto. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola, Pasto. 114 p. (Mecanografiada).
25. REYNABERT, E.E. y JOSE, L. CASTRO. 1.969. Los requerimientos de fósforo en la fertilización de tri-

go en algunos Suelos del Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. (Uruguay) Boletín Nº 10. 20 p.

26. _____ 1.969. Eficiencia relativa de tres fertilizantes fosfatados en la fertilización inicial de pasturas. In. Investigación de Fertilidad de Suelos para la Producción Agrícola en la Zona Templada. IICA. Reynaert E.E. Editor. Montevideo (Uruguay). 261 p.
27. SILVA, P.R. 1.967. Analise economica do emprego de fertilizantes na cultura do feijoeiro, através de Funcao de producao. Tase de Magister Scientiae. Universidade Federal de Vicosa, Minas Gerais (Brasil). 61 p.
28. SPILLMAN, W.J. 1.933. Application of the law of diminishing returns to some fertilizer and feed data. Journal of Farm Economist 5.(1): 36 - 52.
29. TEJADA, H.S. 1.967. Evaluación de algunos aspectos de la metodología para determinar funciones de respuesta a la fertilización y su utilización económica. In Investigación Económica y Experimentación Agrícola. IICA. Universidad Católica de Chile. Montero E. y S. Pérez, Editores. Montevideo (Uruguay). 303 p.
30. ULLRICH, K. 1.967. La función de producción y su aplicación en la agricultura. In. Investigación Económica y Experimentación Agrícola IICA. Universidad Católica de Chile. Montero E. y S. Pérez Editores. Montevideo (Uruguay). 303 p.

31. URREGO, G.J. 1.971. Análisis económico de la aplicación de nitrógeno en festucas alta y media en un suelo de la Sabana de Bogotá. Trabajo especial del Programa para graduados en ciencias. Universidad Nacional, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 23 p. (Mimeografiada).
32. VALDES, A.E. 1.967. Análisis económico de 20 ensayos de aplicación de fertilizantes en trigo, maíz y papas. In. Investigación Económica y Experimentación Agrícola. IICA. Universidad Católica de Chile. Montero E. y S. Pérez, Editores. Montevideo (Uruguay). 303 p.

TABLE I

RENDIMIEN TO DE TABACO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION
ZONA 10-30-10. MUNICIPIO DEL ZENTENO 1/

Numero Parcela	Dosis Kg/ha	Rendimiento	
		Kg/Parcela	No. Ha
1	230	43.5	2.906
2	230	66.2	4.013
3	250	56.7	3.793
4	250	51.7	3.428
5	250	54.1	3.760
6	350	54.1	3.428
7	350	58.7	3.893
8	350	55.4	3.706
9	450	43.0	2.932
10	450	61.0	4.066
11	450	61.7	4.579
12	470	50.1	3.750

A P E N D I C E

W. Torrado del "Instituto de Ciencias, L.C.A. OYL.

TABLA I

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DEL CONTADERO 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parc.	Kg. Ha.
		43.6	2.906
1	230	60.2	4.013
2	230	56.9	3.793
3	250	51.7	3.446
4	250	56.4	3.760
5	350	55.3	3.686
6	350	58.4	3.893
7	350	55.6	3.706
8	350	53.0	3.533
9	450	61.0	4.066
10	450	69.5	4.633
11	470	56.1	3.740
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA II

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/ Ha.
1	230	35.1	2.340
2	230	35.7	2.380
3	250	22.8	2.186
4	250	39.9	2.660
5	350	33.0	2.200
6	350	43.1	2.873
7	350	29.3	1.953
8	350	37.9	2.526
9	450	38.4	2.560
10	450	31.0	2.066
11	450	31.2	2.080
12	470	34.6	2.306

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA III

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/Ha.
		60.5	4.039
1	230	48.0	3.200
2	230	50.2	3.352
3	250	58.6	3.908
4	250	61.2	4.083
5	350	56.3	3.756
6	350	37.5	2.503
7	350	61.3	4.087
8	350	59.7	3.964
9	450	53.3	3.555
10	450	47.5	3.168
11	470	49.2	3.284
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA IV

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILI--
ZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parc.	Kg/Ha.
		49.0	3.226
1	230	48.5	3.233
2	230	55.2	3.680
3	250	57.3	3.820
4	250	60.5	4.033
5	350	53.7	3.580
6	3350	37.8	3.186.
7	350	44.7	2.980
8	350	56.2	3.746
9	450	51.2	3.413
10	450	69.7	4.646
11	450	67.2	4.480
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA V

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILI--
ZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parc.	Kg/Ha.
		37.8	2.520
1	230	32.0	2.133
2	230	33.0	2.200
3	250	36.0	2.400
4	250	40.8	2.720
5	350	42.0	2.800
6	350	37.0	2.466
7	250	37.4	2.493
8	350	39.5	2.633
9	450	36.4	2.426
10	450	54.3	3.620
11	470	64.8	4.320
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA VI

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/Ha.
		35.0	2.339
1	230	35.2	2.351
2	230	38.0	2.534
3	250	35.4	2.363
4	250	38.3	2.554
5	350	39.9	2.665
6	350	34.4	2.289
7	350	39.7	2.651
8	350	40.4	2.695
9	450	39.4	2.627
10	450	38.5	2.567
11	470	41.6	2.773
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA VII

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTES. 10-30-10. MUNICIPIO DE GUALMATAN. 1/

Número Parcela	Dosis Kg./Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg./Ha.
1	230	55.1	3.673
2	230	52.5	3.501
3	250	59.0	3.934
4	250	55.7	3.715
5	250	58.1	3.874
6	250	58.1	3.310
7	350	49.6	3.686
8	350	55.3	3.413
9	350	51.2	3.516
10	450	52.7	3.286
11	450	49.3	2.339
12	470	35.0	3.776
	470	56.6	

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA VIII

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE. 10-30-10. MUNICIPIO DE TANGUA. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parc.	Kg/Ha.
			1.860
3	230	37.3	1.885
		37.7	2.315
10	230	46.3	1.305
6	250	26.1	2.705
11	250	54.1	1.585
1	350	31.7	2.015
4	350	40.3	2.315
8	350	46.3	1.870
12	350	37.4	2.160
5	450	43.2	2.365
9	450	47.3	2.600
2	470	52.0	
7	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA IX

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE. 10-30-10. MUNICIPIO DE TANGUA. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/Ha.
		28.8	1.920
9	230	19.6	1.306
7	230	30.9	2.060
2	250	25.9	1.726
11	250	22.4	1.493
12	350	24.3	1.620
	350	33.2	2.213
1	350	32.1	2.140
3	350	30.1	2.006
5	450	29.8	1.986
10	450	25.5	1.700
4	470	27.8	1.853
8	470		
6			

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA X

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILI---
ZANTE. 10-30-10. MUNICIPIO DE PUPIALES. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/Ha.
		45.8	3.059
1	230	38.7	2.580
2	230	48.3	3.224
3	250	52.2	3.347
4	250	48.5	3.334
5	350	48.6	3.242
6	350	41.0	2.738
7	350	50.9	3.398
8	350	42.8	2.857
9	450	49.5	3.300
10	450	35.1	2.343
11	470	47.0	3.204
12	470		

1/ Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA XI

RENDIMIENTO DE TRIGO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZANTE. 10-30-10. MUNICIPIO DE YACUANQUE. 1/

Número Parcela	Dosis Kg/Ha.	Rendimiento	
		Kg/Parcela.	Kg/Ha.
		47.6	3.525
1	230	50.5	3.740
2	230	37.8	2.800
3	250	36.4	2.696
4	350	38.6	2.859
5	350	45.8	3.392
6	350	57.7	4.274
7	350	42.6	3.155
8	350	40.0	2.962
9	450	47.5	3.518
10	450	45.8	3.392
11	470	44.0	3.259
12	470		

1/. Tomado del "Libro de Campo". I.C.A. (17).

TABLA XII

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS DE LAS ZONAS DONDE SE EFECTUO LOS ENSAYOS 1/

Municipio	Experimento	pH	M.O %	P. aprovechable ppm	Ca Mg K			Na
					mg/100 g			
Contadero	Uno	5,8	3,6	121,4	6,6	0,7	0,8	0,11
Gualmatán	Dos	5,8	6,8	32,1	6,7	1,4	1,4	0,06
Gualmatán	Tres	5,5	7,0	51,1	6,0	0,9	0,6	0,93
Gualmatán	Cuatro	5,4	9,0	36,8	5,9	1,3	0,5	0,68
Gualmatán	Cinco	5,6	8,2	60,4	7,0	0,9	0,8	0,82
Gualmatán	Seis	5,7	6,1	30,0	8,5	0,5	1,4	0,09
Gualmatán	Siete	5,7	11,3	31,2	6,8	0,6	0,3	0,01
Tangua	Ocho	6,3	2,3	148,0	7,6	2,1	0,8	0,04
Tangua	Nueve	5,5	4,0	135,2	10,0	2,1	0,7	0,10
Pupiales	Diez	5,3	15,9	93,9	8,4	0,7	0,3	0,10
Yacuanquer	Once	5,8	4,3	9,5	7,2	1,7	0,9	0,06

1/ Tomado del "Libro de Campos". IGA (17).

TABLA XIII

GASTOS EFECTUADOS EN LOS FACTORES DE PRODUCCION EN TRIGO
DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LA FINCA. 1/

Estratos Has.	Gastos Totales.	Gastos \$/Ha.			
		Mano de obra.	Semilla.	Fertili- zante.	Pestici- das.
I (1-5 Ha)	1.204	464,1	281,2	397,3	61,3
II (3-5 Ha)	1.353	527,2	282,4	479,2	64,0
III (5-10 Ha)	1.022	445,6	293,8	229,3	53,3
IV (10-15 Ha)	1.337	415,3	324,7	508,9	88,5
V (15-20 Ha)	1.323	458,5	351,0	437,9	75,8
PROMEDIO TOTAL	1.252	453,7	312,8	403,5	70

1/. Tomado del trabajo de tesis de M.Sc. de Edgar Luna
(20).

TABLA XIV

EMPLEO PROPORCIONAL DE LOS FACTORES DE PRODUCCION EN TRI
GO DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LA FINCA. 1/

Estratos Has.	% de gastos por factor de producción			
	Mano de obra.	Semilla.	Fertili zante.	Pesticidas
I (1-5 Ha)	38,5	23,3	33,0	5,0
II (3-5 Ha)	38,9	20,8	35,4	4,8
III (5-10 Ha)	43,6	28,7	22,4	5,2
IV (10-15 Ha)	31,0	24,2	38,0	6,6
V (15-20 Ha)	34,6	26,5	33,0	5,7

1/. Tomado del trabajo de tesis de M.Sc. de Edgar Luna

(20).

TABLA XV

RENDIMIENTO EN KGRS./Ha. DE TRIGO DE ACUERDO AL TAMAÑO
DE LA FINCA. 1/

Estratos Has.		Rendimiento Kg/Ha.
I	(1-3 Has)	1.202
II	(3-5 Has)	1.194
III	(5-10 Has)	1.217
IV	(10-15 Has)	1.374
V	(15-20 Has)	1.237
PROMEDIO TOTAL		1.237

1/. Tomado del trabajo de tesis de
M.Sc. de Edgar Luna (20).

TABLA XVI

CREDITO OTORGADO POR LA CAJA DE CREDITO AGRARIO PARA EL
CULTIVO DE TRIGO EN LA ZONA DE ESTUDIO 1/

Municipio	Semestre A 1.972	Semestre B 1.972	Semestre A 1.973 2/
Contadero	180.000	350.000	300.000
Gualmatán	100.000	200.000	300.000
Tangua	150.000	98.000	500.000
Pupiales	272.000	170.000	150.000
Yacuanquer	525.000	180.000	700.000
Total	2'250.000		1'950.000

1/. CAJA AGRARIA. Comunicación personal del I.A. Marco

A. Moreno Q. 1.973.

2/. Datos estimativos.

TABLA XVII

RELACION DE PRECIOS DE TRIGO Y FERTILIZANTES. 1/

Años	Indice de precios		Relación
	Trigo.	Fertilizante.	Trigo/Fertilizante.
			1
1.958	100	100	0,8
1.959	98,3	110	0,8
1.960	93,7	110	0,8
1.961	103,3	110	0,9
1.962	113,4	120	0,2
1.963	53,3	207	0,3
1.964	64,6	241	0,3
1.965	74,2	243	0,3
1.966	92,8	282	0,2
1.967	92,0	318	

1/. Comunicación personal de I.A. Edgar Luna, 1.973.

Fuente: Departamento Nacional de Planeación.
Informe sobre la producción de consumo de fertilizantes en Colombia, 1.968.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

T
338.1
E65
Ej.1

Inventario: 15193

Autor: Alvaro Eraso Serrato y otro

Título: Aspectos económicos de la



T
338.1
E65
Ej.1

15193

Universidad de Nariño
Pasto (Nariño)

15193

Universidad de Nariño
BIBLIOTECA
ALBERTO QUIJANO GUERRERO