

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



ESTIMACION DE DEMANDA DE FERTILIZANTE EN EL  
ESTADO DE JALISCO Y SU ELASTICIDAD.

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

ROSALBA

MURILLO

ARCADIA

Las Agujas, Zapopan, Jal., Octubre 1996

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

COMITE DE TITULACION  
IAE96032/96

**SOLICITUD Y DICTAMEN**

**SOLICITUD**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION  
 P R E S E N T E

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento interno de la División de Ciencias Agronómicas, hemos reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicitamos su autorización para realizar nuestro TRABAJO DE TITULACION con el tema:

" ESTIMACION DE DEMANDA DE FERTILIZANTE EN EL ESTADO DE JALISCO  
 Y SU ELASTICIDAD "

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION  
 MODALIDAD: INDIVIDUAL

NOMBRE DEL SOLICITANTE	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
ROSALBA MURILLO ARCADIA	094005574	91 - 96	ING.AGR.A.E.	

Fecha de solicitud 06 de Marzo 1996

**DICTAMEN DE APROBACION**

DIRECTOR: M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES  
 ASESOR: ING. J. PABLO TORRES MORAN  
 ASESOR: M.C. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ

M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA  
 PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

DIRECTOR  
 M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES

ASESOR  
 ING. J. PABLO TORRES MORAN

ASESOR  
 M.C. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ

Vo. Bo. Pdt. del Comité

Fecha: 08 de Octubre 1996

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar".

Por haber colaborado con el inicio de mi formación profesional de la cual guardo recuerdos muy gratos.

A la Universidad de Guadalajara en especial a la división de ciencias agronómicas.

Por abrirme las puertas y permitirme culminar mi carrera profesional dentro de sus aulas.

A mi director de tesis:

M.C. NICOLAS VAZQUEZ MIRAMONTES.

Por su colaboración y valioso apoyo para la realización de mi trabajo de tesis.

A mis asesores:

ING. J. PABLO TORRES MORAN.

M.C. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ.

Por su orientación y apoyo para la culminación de este trabajo.

A todos los maestros:

Por su participación en mi formación profesional con sus valiosas enseñanzas y atinados consejos.

A mi amiga:

ING. ALMA LETICIA MANRIQUEZ UZARRAGA.

Por su gran amistad, cariño y apoyo.

# DEDICATORIAS.

A DIOS.

Por permitirme llegar con felicidad a la culminación de mi carrera profesional.

A MIS PADRES:

VICENTE MURILLO DELGADO.

REBECA ARCADIA ROBLES.

Por sus cuidados, cariño y comprensión y sobre todo por el gran apoyo que me han dado y por enseñarme en la vida el valor de la honradez y la gratitud.

A MI ESPOSO:

ING. LUIS ALBERTO ESTRADA LOPEZ.

Que con su gran amor y apoyo me ha motivado a superarme.

A MI HIJO:

BRIAN LUIS ANTONIO ESTRADA MURILLO.

Por ser mi fuente de inspiración y lo mas grande que Dios me ha dado en la vida

## **CONTENIDO.**

RESUMEN.....	i
1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. Características generales del estado de Jalisco.....	4
2.1 Localización geográfica.....	4
2.2 Clima general.....	4
2.3 Hidrología.....	5
2.4 Vegetación.....	5
2.5 Uso actual del suelo y vegetación.....	6
2.5.1 Agricultura.....	7
2.5.2 Ganadería.....	7
2.5.3 Silvicultura.....	8
3. Metodología.....	11
3.1 Regresión lineal múltiple.....	11
3.2 El significado de los coeficientes de regresión.....	11
3.3 El método de los mínimos cuadrados ordinarios en la regresión lineal múltiple.....	12
3.4 Definición de variables incluidas en el modelo.....	13
3.4.1 Variables de la demanda de nitrógeno.....	13
3.4.2 Variables de la demanda de fósforo.....	14
3.4.3 Variables de la demanda de potasio.....	14

4. Marco teórico de la demanda y de la elasticidad.....	15
4.1 La teoría de la demanda.....	15
4.1.1 La demanda del consumidor individual.....	15
4.1.2 Demanda de mercado.....	15
4.1.3 Ley de la demanda.....	15
4.2 Factores determinantes de la demanda de fertilizante.....	16
4.2.1 El precio del producto.....	16
4.2.2 La población.....	17
4.2.3 El ingreso.....	17
4.2.4 Los precios de los productos sustitutos.....	18
4.2.5 Los precios de los productos complementarios.....	19
4.2.6 Gustos y preferencias.....	19
4.2.7 Expectativas de los consumidores.....	20
4.3 La elasticidad de la demanda y coeficientes relacionados.....	21
4.3.1 La elasticidad precio.....	21
4.3.1.1 Factores que afectan la magnitud de las elasticidades.....	24
4.3.2 La elasticidad ingreso.....	25
4.3.2.1 Factores que afectan la magnitud de la elasticidad ingreso.....	25
5. Resultados.....	27

5.1 Resultados de la ecuación del nitrógeno.....	27
5.2 Resultados de la ecuación del fósforo.....	29
5.3 Resultados de la ecuación del potasio.....	30
6. Conclusiones.....	35
7. Recomendaciones.....	36
8. Bibliografía.....	37
ANEXO A: Diseño de modelos utilizados .....	39
ANEXO B: Precio del fertilizante .....	43
ANEXO C: Salida de computadora .....	46
ANEXO D: Gráficas de predicción .....	50

## INDICE

### DE MAPAS Y CUADROS.

MAPA No. 1. Localización geográfica del estado de Jalisco.....	9
CUADRO No. 1. Uso actual del suelo.....	10
CUADRO No. 2. Cálculo de elasticidades en la demanda de nitrógeno.....	32
CUADRO No.3. Cálculo de elasticidades en la demanda de fósforo.....	33
CUADRO No.4. Cálculo de elasticidades en la demanda de potasio.....	34
CUADRO No. 5. Modelo para la demanda de nitrógeno.....	40
CUADRO No. 6. Modelo para la demanda de fósforo.....	41
CUADRO No. 7. Modelo para la demanda de potasio.....	42
CUADRO No. 8. Precio por tonelada de fertilizante al consumidor.....	44



## **RESUMEN.**

En México la producción de productos agropecuarios ha venido descendiendo en los últimos 20 años; en consecuencia también el uso de los insumos agrícolas entre los que destacan los fertilizantes, ante esta situación Jalisco no se sustrae a los problemas descritos anteriormente.

De lo antes mencionado nace el interés en identificar los factores que han influido en la disminución del consumo de fertilizantes así como el comportamiento de la demanda en función de las variables que se incluyen en el modelo.

La metodología para evaluar los factores que han influido en el uso de fertilizantes fue a través de la *regresión lineal múltiple*.

Los signos en cada una de las ecuaciones de los tres modelos resultaron con los signos esperados en función de la teoría económica.

El grado de ajuste para la ecuación del Nitrógeno dio como resultado **0.8491**, para el caso de la ecuación del Fósforo fue de **0.8689** y para el Potasio el valor de  $r^2$  dio **0.8766**; que en términos económicos son valores aceptables desde el punto de vista econométrico y que en consecuencia explican la demanda de fertilizante.

En cuanto a las elasticidades el producto se comportó como **inelástico** en todos los casos para los tres modelos y donde varió el resultado fue en el tipo de producto ya que en ocasiones se comportó como normal, sustituto, inferior y en otras complementario. Lo anterior es explicado porque los productores cuando deciden sembrar compran el fertilizante no importando su valor, más si son productos altamente remunerativos y en otras ocasiones cuando se trata de productos básicos ante los incrementos de los insumos los productores consumen menor cantidad de éstos.

## **1. INTRODUCCION.**

Jalisco fue hasta 1985, el principal productor de maíz y leche en la república mexicana.

Jalisco también ha sido uno de los principales consumidores de insumos agrícolas, entre otros los fertilizantes.

A partir de ese año hubo una notoria disminución de la producción agrícola. En consecuencia, hubo una reducción en el consumo de fertilizantes.

Con este trabajo se pretende identificar los factores que influyeron para que se diera esta disminución de la demanda de insumos agrícolas, mediante un modelo econométrico. Se quiere pronosticar el comportamiento de la demanda como función de otras variables que interactúan con ella en el tiempo.

El objetivo que se busca es identificar las relaciones funcionales entre la demanda de fertilizantes con las variables incluidas en el modelo de predicción. Estas relaciones indicarán el grado de influencia de cada variable independiente, para lo cual se utilizará el método de **Regresión Múltiple**.

Los factores por los cuales Jalisco ha bajado su producción agrícola a partir de 1985 son:

- La disminución de la superficie dedicada a la producción agropecuaria
- Crecimiento de las zonas urbanas principalmente en la zona metropolitana.
- Insuficiente financiamiento para el sector agropecuario.
- Programas de investigación y asistencia técnica inadecuados.

Estos factores han dado lugar a que los productos agropecuarios se tengan que traer de otras partes de la república e incluso del extranjero, para abastecer los mercados estatales tanto para el consumo humano como para el consumo industrial

Por este motivo se pretende generar una estimación de la demanda de fertilizantes para el estado de Jalisco y su elasticidad. Con el objeto de identificar el tipo de bien que representa este insumo para la producción agrícola, analizando precio y costo de producción.

Uno de los problemas que nos puede originar esta estimación es la gran cantidad de variables que puedan contribuir a explicar la demanda, sin embargo se procurará incluir aquellas que expliquen en mejor medida el fenómeno de la demanda.

## **1.1 OBJETIVOS.**

- 1.- Determinar una ecuación de demanda de fertilizantes en el mercado.
- 2.- Evaluar las variables que influyen en el modelo.
- 3.- Estimar los parámetros que nos permitan escoger la ecuación que se relaciona cuantitativamente con las variables.
- 4.- Calcular los coeficientes determinísticos de la función de regresión.
- 5.- Determinar en términos matemáticos la teoría económica con objeto de cuantificarla y verificarla con métodos estadísticos para poder predecir los sucesos futuros y aconsejar una política económica mas adecuada.

## **1.2 HIPOTESIS.**

- El modelo espera obtener un nivel de significancia estadística de un mínimo de 80% de confianza de aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa.
- Existe una tendencia a la disminución en cuanto al consumo de fertilizantes para el estado de Jalisco, basándonos en la información sobre fertilizantes para el estado.

## **2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTADO DE JALISCO.**

### **2.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA.**

El estado de Jalisco, se encuentra situado en el occidente de la república mexicana, entre los paralelos 18° 58' y 22°45' de latitud norte, y meridiano 101° 27'40" y 105° 41'25" de longitud oeste.

Cuenta con una superficie de 80,137 Km<sup>2</sup>, lo cual constituye el 4.1% de la extensión territorial del país y ocupa el sexto lugar entre los estados de la república. Además cuenta con 20.90 Km<sup>2</sup> que corresponden a la parte insular. Su litoral tiene 345.9 Km de extensión, desde el río Ameca en el norte, hasta el río Marabasco al sur.

Colinda al norte con Durango; Zacatecas y Aguascalientes; al noroeste con San Luis Potosí; al este con Guanajuato; al sur con Michoacán y Colima; al oeste con el Océano Pacífico y Nayarit.

### **2.2 CLIMA GENERAL.**

La conformación variada del relieve, su latitud y la influencia de masas de agua marítima y lacustre, definen climas de grandes contrastes. Se encuentran variantes de climas semisecos - semicálidos; muy cálidos y cálidos hacia el norte, donde los climas templados sub húmedos con lluvias en verano dominan en las partes altas de las sierras; semicálidos - sub húmedos con lluvias en verano en la zona centro y alrededores de Chapala; y climas cálidos - sub húmedos también con régimen de lluvias en verano a lo largo de la costa.

Las heladas se presentan, en general, en el período que comprende los meses de septiembre a mayo; la mayor incidencia de heladas se da en enero. En el clima templado se reporta un número considerable de días con heladas, las que en algunas regiones del centro y sur del estado llegan hasta 60 y 80 días del año.

La máxima incidencia de granizadas se presenta en los meses de julio y agosto; su mayor rango se presenta dentro de los climas templados y llegan a ser hasta de 5 días al año.

La gran variedad de climas, ha posibilitado el desarrollo de actividades agrícolas y asentamientos humanos e industriales, así como la existencia de vegetación de diversa tipología.

### 2.3 HIDROLOGIA SUPERFICIAL.

El estado comprende parte de 5 regiones hidrológicas: Lerma-Chapala-Santiago, Huicila; Ameca; Costa de Jalisco; Armería-Coahuayana; Alto-Río Balsas y el Salado. De estas la mas importante es la Lerma-Chapala-Santiago, ya que drenan mas de 3000Km<sup>2</sup> y son el almacenamiento mas importante de las 5 principales regiones hidrológicas del estado de Jalisco.

### 2.4 VEGETACION.

En Jalisco la vegetación presenta marcados contrastes y amplia variedad.

Existen bosque, palmar, selva mediana, selva baja, matorral, praderas y manglar; así como zonas agrícolas, tanto de riego como de temporal.

En el área norte del estado la vegetación se encuentra conformada en su mayo parte por bosque de pino, pino - encino, de encino - pino y de encino en menor proporción se localiza selva baja caducifolia; asociada con vegetación secundaria; áreas mínimas están ocupadas por matorral subtropical, pastizales (inducidos y naturales) y agricultura de temporal.

Al noroeste y este de la entidad se localiza la zona con mayor área

agrícola y pecuaria, encontrándose cubierta con grandes extensiones de pastizales y agricultura de temporal.

En áreas más reducidas se localiza agricultura de riego, pastizales inducidos, bosque de encino, oyamel; matorral subtropical y selva baja caducifolia.

En el sur del estado, es una zona de topografía accidentada, donde predomina la vegetación de bosque, siendo el más abundante el de pino - encino, seguido por bosque mesófilo de montaña, bosque de oyamel, bosque de encino y encino - pino. Se localizan también extensiones considerables de selva baja caducifolia y selva baja espinosa asociada con vegetación secundaria. En áreas más pequeñas se encuentra vegetación halófila y matorral subtropical; superficies considerables se dedican, a la agricultura, principalmente de temporal, con áreas menores dedicadas a agricultura de riego.

Al oeste y suroeste del estado, existen áreas de selva y bosque, así como agricultura de temporal y de riego, pastizales inducidos y matorral subtropical. Así mismo se localizan áreas pequeñas de palmar y manglar y zonas importantes de agricultura de riego. Adentrándose hacia la zona montañosa se tiene vegetación boscosa, en su mayoría bosque de pino - encino y bosque de encino, sin faltar el bosque mesófilo de montaña y bosque de encino - pino.

Hacia el centro de la zona se tiene agricultura de temporal y de riego, pastizales inducidos y matorral subtropical.

## 2.5 USO ACTUAL DEL SUELO Y VEGETACION.

El conocimiento del uso que se hace del suelo, es básico, por la evidente importancia económica y social que reviste (ver cuadro 1).

### 2.5.1 AGRICULTURA

Jalisco cuenta con una superficie de 8.0 millones de hectáreas de las cuales 1.8 millones son susceptibles de cultivarse, esto es, el 22.5% de la superficie se dedica a la agricultura.

La superficie total susceptible de cultivarse, puede clasificarse según sus características pluviométricas en tres categorías: la primera se considera favorable para gran diversidad de cultivos de altos requerimientos, se observan, que son áreas con precipitaciones pluviales superiores a los 800 mm. anuales en promedio. Esta categoría corresponde al 50% del total de superficie cultivable, la cual se localiza en la zona centro de la entidad, parte del sur y en la costa.

La segunda categoría tiene precipitaciones de 600 a 800 mm. anuales, en ella se clasifica el 40% de la superficie laborable, la cual presenta respuesta favorable a la fertilización, y se ubica en la parte centro y norte de los altos de Jalisco y parte de la zona norte del estado.

La superficie correspondiente a la tercera categoría presenta precipitaciones inferiores a los 600 mm. anuales. El 10% de la superficie cultivable corresponde a esta categoría, ubicándose en la zona norte y parte de los altos.

### 2.5.2 GANADERIA

La ganadería es otra de las actividades importantes del estado de Jalisco, sobre todo en la región de los altos, la cual cuenta con pastizales y agua para la cría de ganado.

La ganadería en Jalisco se ha venido desarrollando en una superficie de 3.1 millones de hectáreas de agostadero, 298 millones de hectáreas de pastos mejorados y 35 mil hectáreas de pastos cultivados en donde se



producen aproximadamente 6.2 millones de toneladas de forraje (base seca) que puede soportar una carga de 2.8 millones de bovinos adultos.

Las especies ganaderas más importantes son: bovino, porcino y caballar.

### 2.5.3 SILVICULTURA.

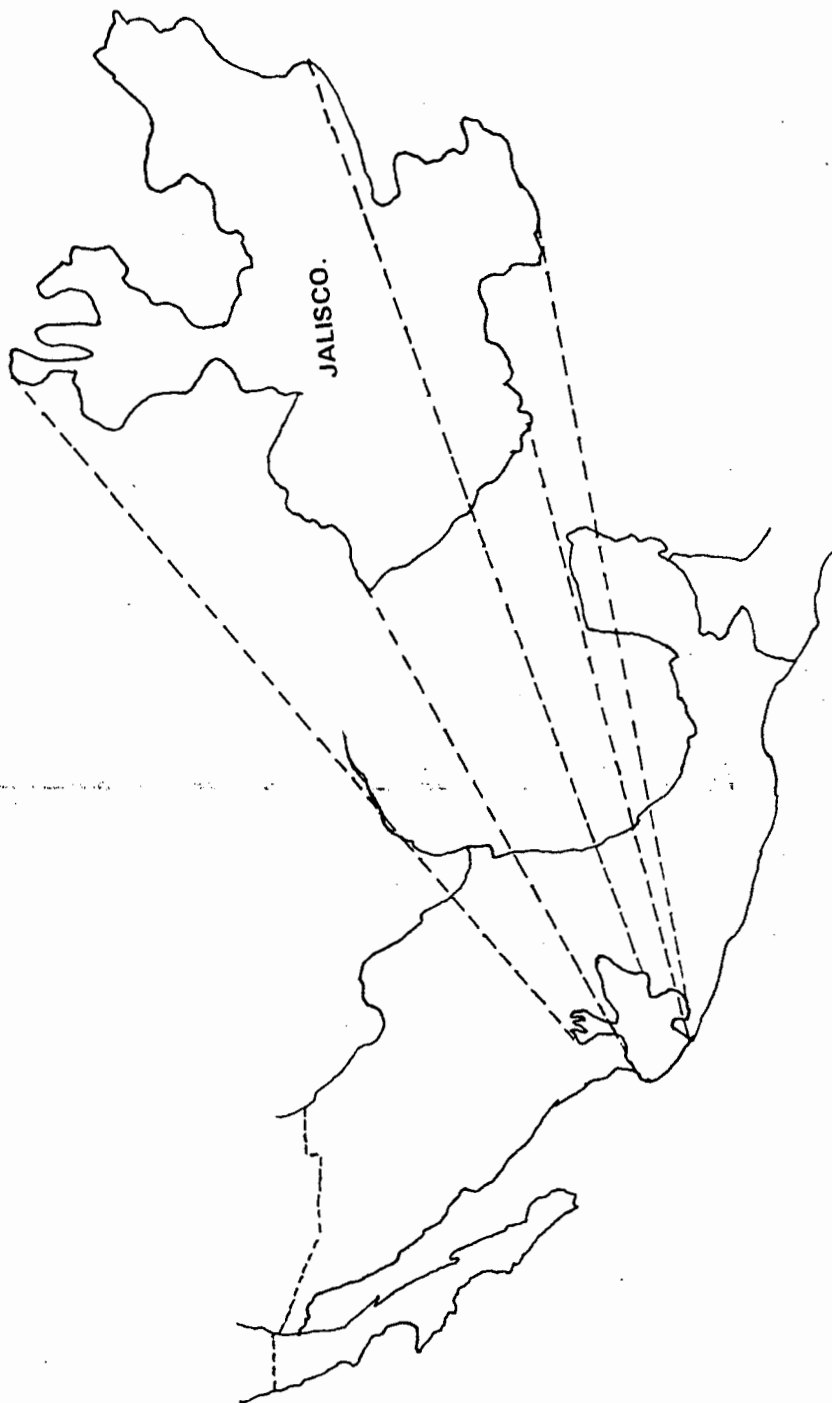
Del total de la superficie del estado, aproximadamente el 29% esta ocupada por bosques, lo cual representa el 2.3 millones de hectáreas, de las cuales el 73% están localizados en zonas con clima templado-frío y el resto con cálido húmedo.

De la superficie forestal existe en el estado, 500 mil hectáreas que son de explotación controlada, el 37% de ellas se localizan en terrenos ejidales y el resto en particulares.

Los recursos forestales en el estado se localizan de la siguiente manera: al norte, en las estrivaciones de la Sierra Madre Occidental (Sierra Huichol); al centro en la Sierra Neovolcanica con sus estrivaciones en la costa; al sur sobre la Sierra de Mazamitla, el Tigre de Pihuamo de Tapalpa; localizándose aquí la mayor agrupación forestal de la entidad dedicada a la fabricación de papel.

La vegetación arbórea en Jalisco presenta grandes contrastes debido a las variedades topográficas y climáticas, en donde los bosques se distribuyen en: bosques de coníferas con 27%, el 18% de hofloras, el 19% de tropical arbolado y 36% de chaparral.

MAPA No.1 UBICACION GEOGRAFICA DEL ESTADO DE JALISCO.



CUADRO NO. 1.- USO ACTUAL DEL SUELO.

USO ACTUAL DEL SUELO EN EL ESTADO DE JALISCO		
USO ACTUAL	SUP. (HA)	%
Agricultura	1'795,477	22.41
Riego	221,073	2.76
Temporal	1'574,404	19.65
Pastizal	743,866	9.28
Matorral	1'503,394	18.76
Chaparral, mezquital, nopalera y vegetación Malófila	221,413	2.76
Palmar	12,932	0.16
Bosque	2'325,401	29.02
Selva	1'207,994	15.07
Sabana, tular, marisma y Manglar	4,139	0.05
Areas urbanas	28,532	0.36
Areas sin vegetación	6,549	0.08
Erosión	29,768	0.36
Cuerpos de agua	134,227	1.67
Superficie total	8'013,700	100.00

### 3. METODOLOGIA.

#### 3.1 REGRESION LINEAL MULTIPLE.

Se dice que existe regresión lineal múltiple cuando la variable dependiente o explicada ( $y$ ) está en función de mas de una variable independiente o explicativa ( $x$ ), el cual es el caso mas frecuente en los problemas económicos.

Esto es:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Cuyas funciones especificas son :

FRP:  $y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + nx_n + u$  (desconocida)

FRM:  $Y_c = \hat{a} + \hat{b}x_1 + \hat{c}x_2 + \dots + \hat{n}x_n + e$  (conocida)

Pero por causas de exposición didáctica y facilidad en su manejo el modelo de regresión lineal múltiple en el que centraremos nuestra atención es el de tres variables , una dependiente ( $y$ ) y dos independientes ( $x_1$  y  $x_2$ ) con conclusiones válidas para el modelo general:

$$y = f(x_1, x_2) = a + bx_1 + cx_2$$

Como las relaciones econométricas de  $x_1$  y  $x_2$  con ( $y$ ) no son exactas, al explicar el método MCO para calcular los valores numéricos de los estimadores  $a, b, c$ , introducimos el término de error  $e$  o  $u$ . Según se trate:

FRP:  $y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + nx_n + u$

FRM:  $Y_c = \hat{a} + \hat{b}x_1 + \hat{c}x_2 + \dots + \hat{n}x_n + e$

#### 3.2 EL SIGNIFICADO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION: $a, b, c$ .

a: Es el intercepto cuando:  $x_1 = 0$  y  $x_2 = 0$

b: Mide el cambio promedio que se produce en (y). Como consecuencia del cambio promedio producido en  $x_1$ , manteniendo constante a  $x_2$ , matemáticamente corresponde a la derivada parcial de y con respecto a  $x_1$ :

$$\frac{dy}{dx_1} = \frac{d(\hat{a} + \hat{b}x_1 + \hat{c}x_2)}{dx_1} = \hat{b}$$

c: Mide el cambio promedio que se produce en (y) como consecuencia del cambio promedio producido en  $x_2$ , manteniendo constante a  $x_1$ . Matemáticamente se trata de la derivada parcial de y con respecto a  $x_2$ :

$$\frac{dy}{dx_2} = \frac{d(\hat{a} + \hat{b}x_1 + \hat{c}x_2)}{dx_2} = \hat{c}$$

Si bien, matemáticamente se trata de derivadas parciales, económicamente se trata de la aplicación de la llamada Cláusula *Caeteris Paribus*, referente a que "todo lo demás permanece constante".

### 3.3 EL METODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIO EN LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Las ecuaciones de regresión mínimo-cuadrados para obtener los estimadores ( $\hat{a}$ ,  $\hat{b}$ ,  $\hat{c}$ ) se pueden deducir en forma similar mediante la técnica de la minimización aplicada a:

$$\text{Min } \Sigma e^2 = \text{Min } \Sigma (y_i - y_c)^2$$

Como:

$$y_c = \hat{a} + \hat{b}x_1 + \hat{c}x_2$$

Entonces:

$$\text{Min } \Sigma e^2 = \text{Min } \Sigma (y_i - \hat{a} - \hat{b}x_1 - \hat{c}x_2)^2$$

Derivando parcialmente con respecto a: a, b, c, e igualando a cero cada una de ellas, se obtiene el siguiente sistema de tres ecuaciones:

$$\Sigma y = n\hat{a} + \hat{b} \Sigma x_1 + \hat{c} \Sigma x_2$$

$$\Sigma x_1 y + \hat{a} \Sigma x_1 + \hat{b} \Sigma x_2 + \hat{c} \Sigma x_1 x_2$$

$$\Sigma x_2 y = \hat{a} \Sigma x_2 + \hat{b} \Sigma x_1 x_2 + \hat{c} \Sigma x_2^2$$

Sistema que podemos resolver matricialmente:

$$\begin{aligned} n\hat{a} + b \Sigma x_1 + \hat{c} \Sigma x_2 &= \Sigma y \\ \hat{a} \Sigma x_1 + \hat{b} \Sigma x_2 + \hat{c} \Sigma x_1 x_2 &= \Sigma x_1 y \\ \hat{a} \Sigma x_2 + \hat{b} \Sigma x_1 x_2 + \hat{c} \Sigma x_2^2 &= \Sigma x_1 y \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ccc|c} n\hat{a} & b \Sigma x_1 & \hat{c} \Sigma x_2 & \Sigma y \\ \hat{a} \Sigma x_1 & \hat{b} \Sigma x_2 & \hat{c} \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_1 y \\ \hat{a} \Sigma x_2 & \hat{b} \Sigma x_1 x_2 & \hat{c} \Sigma x_2^2 & \Sigma x_1 y \end{array}$$

### 3.4 VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO DE NITROGENO.

$$QdfN = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8)$$

QdfN = Cantidad demandada de fertilizante nitrogenado.

f) = Está en función de...

$X_1$  = Año

$X_2$  = Índice Nacional de Precios al Productor.

$X_3$  = Precio Promedio del Nitrógeno.

$X_4$  = Precio Promedio del fósforo.

$X_5$  = Demanda de fósforo.

$X_6$  = Precio de Garantía del Maíz.

$X_7$  = Precio de Garantía del Sorgo.

$X_8$  = Superficie Total Acreditada.

### 3.5 VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO DEL FOSFORO.

$$QdfP = f( X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 )$$

QdfP = Cantidad demandada de fertilizante Fosfatado.

f) = Está en función de...

$X_1$  = Año.

$X_2$  = Índice Nacional de Precios al Productor.

$X_3$  = Precio Promedio del Nitrógeno.

$X_4$  = Precio Promedio del Fósforo.

$X_5$  = Demanda de Nitrógeno.

$X_6$  = Precio de Garantía del Maíz

$X_7$  = Precio de Garantía del Sorgo.

### 3.6 VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO DEL POTASIO.

$$QdfK = f( X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7 )$$

QdfK = Cantidad demandada de fertilizante Potásico.

f) = Está en función de...

$X_1$  = Año.

$X_2$  = Índice Nacional de Precios al Productor.

$X_3$  = Precio Promedio del Nitrógeno.

$X_4$  = Precio Promedio del Potasio.

$X_5$  = Demanda de Nitrógeno.

$X_6$  = Precio de Garantía del Maíz

$X_7$  = Precio de Garantía del Sorgo.

FALTAN

PAGINAS

15 y 16



#### 4.2.2 LA POBLACIÓN (Pob).

El número de habitantes, su ritmo de crecimiento, la estructura por edades, la distribución geográfica o regional y la proporción urbana rural de la población, son aspectos que generalmente modifican a la demanda agrícola.

#### 4.2.3 EL INGRESO (Y).

En este caso se pueden diferenciar los efectos de corto plazo sobre la demanda agrícola, que provocan las variaciones en el ingreso real de los consumidores y su distribución.

Al variar el ingreso en el corto plazo, la curva de demanda agrícola se desplaza paralelamente. Si se eleva el ingreso real, generalmente aumenta la demanda de alimentos con alto contenido de proteínas (pero caros), o con más servicios incluidos. Si baja el ingreso real de los consumidores (el caso de México) disminuye también la demanda de los alimentos ricos en proteínas y se compensa el consumo con otros más baratos pero menos nutritivos.

En el largo plazo, la (re) distribución del ingreso provoca cambios estructurales en la demanda agrícola.

El sentido del cambio dependerá de si la distribución mejora (menor desigualdad) o empeora (mayor desigualdad: el caso de México); es decir, de si un mayor proporción del ingreso la recibe una mayor proporción de la población (redistribución positiva), o de si una mayor proporción del ingreso lo percibe una menor proporción de la población (redistribución negativa: el caso de México).

#### 4.2.4 LOS PRECIOS DE LOS PRODUCTOS SUSTITUTOS (Ps).

En teoría, los precios de todos los bienes de una economía están relacionados en un sistema interdependiente: el cambio en el precio de un producto provoca cambios en la demanda de los otros bienes. Se considera que la mayoría de los productos de origen agrícola guardan relaciones de sustitución entre sí, aunque algunos más que otros; por ejemplo, carne de res-carne de cerdo-pollo-carne de borrego, pan-tortillas de maíz, aceite vegetal-manteca de cerdo, aceite de cártamo-aceite de girasol-aceite de soya, arroz-pasta para sopa, plátano tabasco-dominico, margarina-mantequilla, etc.

la sustitución se entiende en términos técnicos (i.e., composición nutritiva) y económicos (i.e., precios relativos).

El cambio en el precio de un producto sustituto( por ejemplo, carne de res ) y el cambio en la demanda del bien de interés(p.e., carne de cerdo) están relacionados directamente. Es decir si sube el precio de la carne de res, la respuesta lógica de los consumidores es que demanden menos cantidad de este alimento (ley de la demanda) y opten por adquirir más carne de cerdo, ahora más barata relativamente, ya que su precio no varió; y viceversa si baja el precio de la carne de res.

Los cambios en precios de los productos sustitutos ya existentes en el mercado provocan desplazamientos paralelos de curva de demanda.

La aparición de nuevos productos sustitutos de origen no agrícola en el mercado mundial, como las fibras artificiales-fibras naturales, resina sintética-resinas naturales, detergente-jabón, hule sintético-hule natural, plástico-cuero, saborizante artificial de vainilla-extracto natural de vainilla, base artificial de goma de masca-base natural de goma de mascar, etc., ha disminuido y modificado estructuralmente la demanda de los productos de origen agrícola. En muchos casos, la tendencia es irreversible, puesto que aquellos generalmente son más baratos.

#### 4.2.5 LOS PRECIOS DE LOS PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS (Pc).

La relación de complementariedad también es factible de observar entre los productos de origen agrícola, sobre todo, los alimentos. En México, la más conocida relación de complementariedad es tortilla de maíz-frijol-chile. Existen otras como carne-ensaladas, leche-café-azúcar, pan-café, etc.

El cambio en el precio del bien complementario (p.e., tortilla) y el cambio en la demanda del bien en cuestión (p.e., frijol) están relacionados inversamente. Esto es, si sube el precio de la tortilla los consumidores propenderán a consumir menos de este alimento, o a gastar más para obtener la misma cantidad de tortilla. Ello los obliga a hacer ajustes en su presupuesto en términos de adquirir, por ejemplo, menos frijol (el producto complementado) el efecto final es que se demande menos frijol. lo contrario podría ocurrir si bajara el precio de la tortilla.

Estos efectos se presentan gráficamente, como desplazamientos paralelos de la curva de demanda del producto agrícola complementado.

#### 4.2.6 GUSTOS Y PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES (G Y P).

Estos factores también generan cambios estructurales en la demanda agrícola. En la práctica están muy vinculados a las variaciones en el ingreso.

Los cambios en los gustos y preferencias se originan por las siguientes causas:

- 1). Por motivos psicológicos. Entre estos, a su vez, podemos identificar como fuentes de variación a:

- a). La educación (cultura)
- b). La tradición (costumbres, religión)
- c). La propaganda (el "efecto demostración")

2). Por motivos fisiológicos. Explicados a su vez por:

- a). La edad, el sexo, el peso, la estatura.
- b). La actividad (física o intelectual).
- c). La región donde se habita (costas, altiplano; norte centro o sur del país).

#### 4.2.7 EXPECTATIVAS DE LOS CONSUMIDORES (Exp).

Este factor ha adquirido mucha relevancia en nuestro país. Los consumidores se formulan expectativas o esperanzas sobre la ocurrencia de eventos futuros, sobre los cuales existe mucha incertidumbre; por ejemplo, alzas de precios (inflación), disminución del ingreso, huelgas, inestabilidad política, rumores, etc. Tales situaciones pueden provocar aumentos en la demanda de ciertos productos agrícolas por compras aceleradas o repentinas. Esto se representa gráficamente como desplazamientos paralelos de la curva de demanda.

En México se ha perdido credibilidad en las fuentes de información oficiales y no oficiales. Esto ha hecho que sea mayor la incertidumbre sobre el futuro, provocada por los rumores (que modifican los patrones de consumo normal), puesto que la única manera de neutralizarla es mediante información fidedigna.

### 4.3 ELASTICIDAD DE LA DEMANDA Y COEFICIENTES RELACIONADOS.

El concepto de "elasticidad" nos permite medir el cambio porcentual en una variable dependiente en correspondencia a un cambio porcentual en alguna variable independiente, permaneciendo las demás constantes.

El coeficiente de elasticidad posee la ventaja de ser un número sin dimensiones.

#### 4.3.1 LA ELASTICIDAD PRECIO ( $E_p$ ).

La ley de la demanda establece que la cantidad demandada de un producto varía de manera inversa a los cambios en el precio.

Sin embargo, por sí sola esta relación inversa no dice nada acerca de la magnitud del efecto del cambio en el precio sobre la cantidad demandada.

Es probable que éste efecto varíe de un producto a otro.

Normalmente la variable cantidad se expresa en unidades físicas (v.g., kilogramos, toneladas, bushels, libras, litros, etc.) y la variable precio en pesos, dólares, etc., por unidad física (v.g., \$/Kg., \$/libra, etc.), dependiendo del bien en cuestión.

Para facilitar las comparaciones se hace uso en Economía de relaciones porcentuales, los que son independientes del tipo y tamaño de las unidades utilizadas para medir el precio y la cantidad demandada.

La más común de estas relaciones porcentuales es el concepto de

elasticidad precio (propia) de la demanda.

La elasticidad precio de la demanda es el cambio porcentual en la cantidad demandada en respuesta a un cambio porcentual dado en el precio, ceteris paribus.

La elasticidad precio está determinada por un punto de la curva de demanda, por tanto para la mayoría de las curvas la magnitud del coeficiente de elasticidad varía a lo largo de la curva.

Utilizando a incremento ( $\Delta$ ) para definir un cambio muy pequeño, la definición matemática de la elasticidad es:

$$EP = \frac{\frac{\Delta Q_i}{Q_i} \cdot 100}{\frac{\Delta P_i}{P_i} \cdot 100} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_i} \cdot \frac{P_i}{Q_i} = \frac{\Delta \% Q_i}{\Delta \% P_i}$$

Interpretación:

El coeficiente de la elasticidad precio de la demanda de cualquier producto puede interpretarse como el cambio porcentual en la cantidad demandada ( $\Delta \% Q_i$ ) en respuesta a un cambio porcentual muy pequeño en el precio de ese producto ( $\Delta \% P_i$ ) en tanto los otros factores permanecen constantes.

Una forma conveniente de pensar en la elasticidad precio es como el cambio porcentual en la cantidad demandada en respuesta a un cambio del 1% en el precio, ceteris paribus.

Los coeficientes de la elasticidad precio de la demanda tienen signo

negativo.

El rango del coeficiente de la elasticidad precio va desde cero hasta menos infinito (0, -  $\infty$ ).

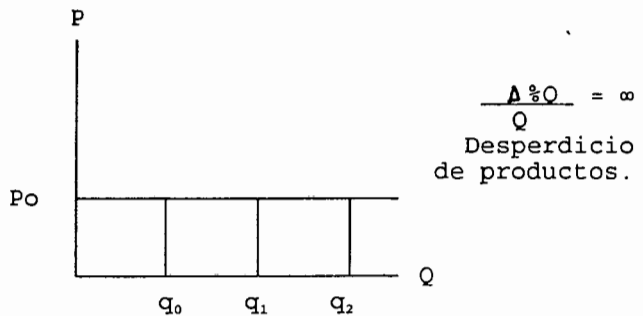
Este rango está dividido tradicionalmente en tres partes:

$$E_p > [-1], \quad E_p = [-1], \quad E_p < [-1]$$

1). Si el valor absoluto del coeficiente es mayor que uno se dice que la demanda es elástica:  $\Delta\%Q_i > \Delta\%P_i$ .

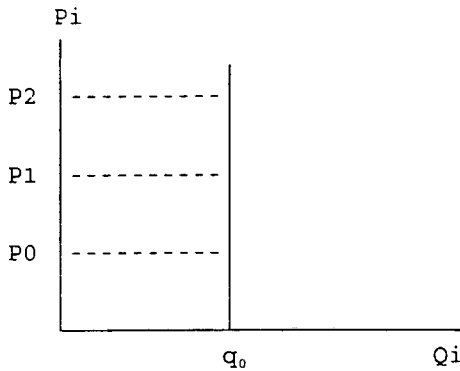
El caso extremo es una curva de demanda horizontal:

La demanda es perfectamente elástica (el coeficiente es infinito)  $p = [-\infty]$ .

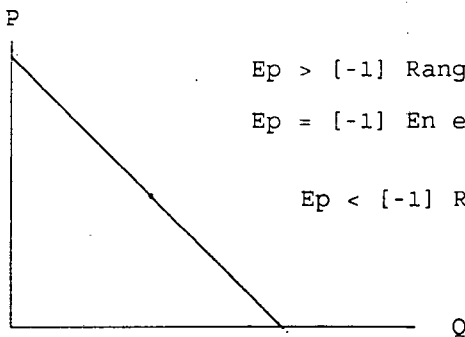


2). Si el valor absoluto del coeficiente es menor que uno, la demanda es inelástica:  $\Delta\%Q < \Delta\%P$ .

El caso extremo es una elasticidad igual a cero ( $E_p = 0$ ); la curva de demanda es una línea vertical: la demanda es perfectamente inelástica.



Para la mayoría de las formas funcionales de la curva de demanda de un producto, el coeficiente de elasticidad varía a lo largo de la curva.



$E_p > [-1]$  Rango de precios altos.

$E_p = [-1]$  En el punto medio.

$E_p < [-1]$  Rango de precios bajos.

Aquí la elasticidad disminuye a medida que bajamos por la curva.

#### 4.3.1.1 FACTORES QUE AFECTAN LA MAGNITUD DE LAS ELASTICIDADES.

i). La disponibilidad de productos sustitutos.

Cuanto mas numerosos y mejores sean los sustitutos de un producto dado, la magnitud de su elasticidad tenderá a ser mayor (y viceversa).

Los productos que tienen sustitutos escasos y malos -v.g., el frijol, la tortilla, el pan y la sal; siempre tenderán a tener coeficientes de elasticidad pequeños.



Los bienes con muchos sustitutos -p.e., el algodón que puede ser sustituido por las fibras artificiales la seda o la lana- tendrá una gran magnitud su elasticidad.

ii). El número de usos alternativos del producto.

Cuanto mayor sea el número de usos posibles de un bien, mayor será su elasticidad; v.g. el algodón: prendas de vestir, lonas, telas ahuladas, vendas elásticas, sábanas, uso quirúrgico, etc.

#### 4.3.2 LA ELASTICIDAD INGRESO (Ey).

La elasticidad ingreso de la demanda es una medida de la respuesta de la cantidad demandada a los cambios en el ingreso, ceteris paribus.

La relación ingreso-cantidad es llamada también función consumo o función de Engel. La elasticidad ingreso está definida por un punto en la función y típicamente varía a lo largo del rango de la curva.

La definición matemática de la Ey en un punto es:

$$E_y = \frac{\frac{\Delta Q}{Q} \cdot 100}{\frac{\Delta Y}{Y} \cdot 100} = \frac{\Delta Q}{\Delta Y} \cdot \frac{Y}{Q} = \frac{\Delta \% Q}{\Delta \% Y}$$

Se interpreta como el cambio porcentual en la cantidad demandada ante un cambio porcentual del 1% en el ingreso, permaneciendo constantes los otros factores.

En la mayoría de los casos el coeficiente es positivo; es decir,  $\Delta Q$  y  $\Delta Y$  varían en el mismo sentido.

##### 4.3.2.1 FACTORES QUE AFECTAN LA MAGNITUD DE LA ELASTICIDAD INGRESO.

i). El grado de saturación de las necesidades.

La Ey de los productos alimenticios es tanto más baja (pero positiva) cuanto más se acerca su consumo al umbral de saturación.

Cuando se alcanza ese umbral el valor de la Ey es nulo (cero) y después se hace negativo.

Los productos con una Ey negativa se denominan bienes inferiores.

Los productos (o servicios) que son fuertemente deseados son aquellos que no han satisfecho las necesidades de los consumidores, por regla general tienen altas  $E_y$ .

ii). La proporción del gasto total.

Es un indicador aproximado del nivel de bienestar: cuanto más pobre sea una familia, o incluso un país mayor será el porcentaje dedicado a la alimentación.

## 5. RESULTADOS.

### 5.1 RESULTADOS DE LA ECUACION DE NITROGENO.

Con el propósito de hacer un análisis de resultados obtenidos se iniciará con la QDN (*Cantidad Demandada de Nitrógeno*) y la interpretación económica de éste en función de las variables que quedaron incluidas en el modelo:

El valor **-550.12** en términos económicos carece de valor por lo cual iniciaremos la exposición con el **INPP** (*Índice Nacional de Precios al Productor*) cuyo resultado fue de **0.0084** el cual indica que al demandar el **1%** de una unidad de fertilizante nitrogenado el **INPP** se modifica en la cantidad anteriormente descrita en forma positiva.

Una de las variables que resulto con mayor grado de significancia, fue que al elevar en **1%** la *Demanda de Nitrógeno* se incrementa en **3.9** la *Demanda de Fósforo* lo cual resulta de explicar que son productos complementarios dado que quien consume nitrógeno también consume fósforo, también con una relación positiva.

Donde ya existe una relación negativa es la relación *Demanda de Nitrógeno* con el *Precio* del mismo donde nos indica que un incremento en la demanda de una unidad porcentual el **PPN**: (*Precio Promedio del Nitrógeno*) disminuye en **0.1163** unidades (existe una relación recíproca; según lo establece la ley de la demanda).

Un dato que llama la atención es que un incremento en una unidad porcentual en la demanda de nitrógeno indica que el precio de garantía del maíz se modifica negativamente en **0.3417**.

En el caso del **PGS** (*Precio de Garantía del Sorgo*) se eleva en **0.2103** en forma positiva y la relación que nos indica es que al disminuir el precio de

garantía de maíz debe aumentar el del sorgo.

Un caso especial de este análisis de la variable **ANUALIDAD** que se incluyó en la regresión y aunque su variación es mínima permitió elevar el grado de ajuste del  $r^2$  del modelo para el caso del nitrógeno fue de **0.8491** indicando que al elevar una unidad porcentual la demanda de nitrógeno la anualidad influye positivamente en **0.0465**.

El **PPP** (*Precio Promedio del Fósforo*) nos dio una relación inversa es decir un valor negativo de **0.1399** con relación a la cantidad demandada de nitrógeno.

En cuanto a la **STA** (*Superficie Total Acreditada*) nos indica que al elevar la cantidad demandada de nitrógeno en una unidad porcentual la **STA** disminuye en **0.000085** indicando que los productores independientemente del crédito, consumen el nitrógeno.

Con objeto de explicar con mayor precisión los resultados diremos que la **QDN** si está influenciada por todas las variables del modelo que permitieron el mayor grado de ajuste aunque haya otras variables que no se incluyeron pero que influyen en menor proporción al modelo. Es decir que el grado de confiabilidad obtenido para la demanda de nitrógeno fue de **84.91%** indicando que las variables seleccionadas explican la demanda de nitrógeno y se considera un nivel significativo por el tipo de modelo y por lo tanto dado que la **F** calculada es mayor que la **F** tabulada **Se rechaza la hipótesis nula** (es decir que todos los valores son diferentes de cero) y **Se acepta la hipótesis alternativa**.

## 5.2 RESULTADOS DE LA ECUACION DEL FOSFORO.

Como ya mencionamos en el caso anterior el valor de **93.2463** que representa el intercepto de la ecuación en términos económicos carece de valor por lo cual describiremos el **INPP** el cual nos presenta un valor negativo de **0.0015** lo que significa que al demandar un **1%** de una unidad de fertilizante fosfatado el **INPP** se modifica en forma negativa por la cantidad ya mencionada según lo indica la ley de la demanda.

La demanda de nitrógeno influyó positivamente con un valor de **0.2467** sobre la demanda de fósforo; esto nos indica que al demandar una unidad porcentual de fósforo la demanda de nitrógeno se eleva en **0.2467** como ya mencionamos estos dos elementos son productos complementarios por lo que se explica que exista una relación positiva de estos dos productos.

En la relación demanda de fósforo - precio promedio del nitrógeno existe una relación positiva de **0.0194** esto nos indica que un incremento en una unidad porcentual de la demanda de fósforo nos representa un aumento en el precio promedio del nitrógeno de **0.0194**.

El precio de garantía del maíz también influyó positivamente sobre la demanda de fósforo con un valor de **0.0568** lo que quiere decir que al aumentar una unidad porcentual la **QDP (Cantidad Demandada de Fósforo)** el precio de garantía del maíz se incrementa en la cantidad mencionada indicando que el maíz es un cultivo que requiere de estos dos fertilizantes para su desarrollo.

Donde ya existió una relación negativa fue la de **QDP** con el **PGS (precio de garantía del sorgo)** el cual nos arroja un valor de **0.0509** esto significa que al aumentar un **1%** de la cantidad demandada de fósforo el precio de garantía del sorgo disminuye en la cantidad antes mencionada.

También en el caso de la relación existente entre la **QDP - anualidad** existió una relación negativa con valor de **0.0074** en este caso también influyó para el grado de ajuste de la  $r^2$  que para el caso del fósforo fue de **0.8689** indicando que conforme transcurren los años se consume menos producto.

En este caso el precio promedio del fósforo influyó en forma positiva con un valor de **0.0314** esto indica que al aumentar una unidad porcentual de fósforo su precio aumenta **0.0314** unidades.

Para hacer mas clara la explicación de los resultados de la **QDP** diremos que sí esta influenciada por todas las variables especificadas en el modelo ya que permitieron un mayor grado de ajuste aunque pudo haber algunas que no se incluyeron y que podrían haber explicado en un menor grado el modelo.

El grado de confiabilidad obtenido en este modelo para la **QDP** fue de **86.89%** que explican la demanda de fósforo y ofrecen un nivel explicatorio muy válido por lo que las variables independientes explican satisfactoriamente el modelo y por lo tanto se **rechaza la hipótesis nula** porque todos los valores fueron diferentes de cero y se **acepta la hipótesis alternativa** porque **F calculada** es mayor que la **F tabulada**.

### 5.3 RESULTADOS DE LA ECUACION DEL POTASIO.

En este caso el intercepto fue de **62.81** (en términos económicos carece de valor). El resultado de la relación de la **QDK (Cantidad Demandada de Potasio)** con el **INPP** el cual tubo una relación negativa con valor de **0.0014** el cual indica que al demandar el 1% de un unidad de fertilizante potásico el índice nacional de precios al productor se modifica en la cantidad anteriormente mencionada.

En el caso de la relación de la **QDK** con la **QDN** existió una relación positiva lo que nos indica que al aumentar la demanda de potasio en una unidad porcentual, la demanda de nitrógeno se aumenta en **0.1571** unidades.

Para el caso del **PGM** se eleva en **0.0264** y nos indica que al aumentar el 1% la demanda de potasio el **PGM** se aumentó en **0.0264**.

En la relación con el **PGS** éste también aumentó por cada unidad porcentual del potasio el precio de garantía del sorgo aumenta en **0.0266**.

Al hacer la comparación entre **QDK** y la **anualidad** resultó una relación negativa, esto nos indica que conforme ha pasado el tiempo la demanda de potasio ha disminuido en **0.006069** unidades.

En la relación **QDK** con el precio del mismo a diferencia del nitrógeno éste nos arrojó un resultado positivo puesto que al aumentar una unidad porcentual en la demanda de potasio el precio se aumenta en **0.0044** unidades.

Para la relación con el **PPN** (*Precio Promedio del Nitrógeno*) existió una relación positiva ya que al aumentar la cantidad de una unidad porcentual de la demanda de potasio el precio del nitrógeno aumenta en **0.0098** unidades.

Para explicar mas ampliamente los resultados obtenidos diremos que la **QDK** está fuertemente influenciada por todas las variables del modelo ya que permitieron el mayor grado de ajuste. El grado de confiabilidad obtenido para la demanda de potasio fue de **87.66%** que explican la demanda de potasio y se considera un nivel de confiabilidad satisfactorio; por lo tanto se **rechaza la hipótesis nula** ya que todos los valores fueron diferentes de cero y se **acepta la hipótesis alternativa** dado que la **F** calculada es mayor que la **F** tabulada.

CUADRO No. 2.- CALCULO DE ELASTICIDADES  
EN LA DEMANDA DE NITROGENO.

ÑO	CANTIDAD MIL. D. TON	PRECIO P.*TON	COEFIC. ELASTIC.	TIPO DE ELASTIC.	TIPO DE PRODUCTO
1983	95.2	7.735			
1984	132.6	11.35	0.84	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO
1985	155.2	23.24	0.16	INELASTICO	SUSTITUTO
1986	146.909	41.14	-0.069	INELASTICO	INFERIOR
1987	143.528	117.20	-0.012	INELASTICO	COMPLEMENTA RIO
1988	143.648	180.25	0.0003	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO Y SUSTITUTO
1989	136.084	239.75	-0.1595	ENELASTICO	INFERIOR.
1990	124.000	343.24	-0.2057	INELASTICO	COMPLEMENTA RIO
1991	131.708	439.00	0.223	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO Y SUSTITUTO
1992	105.505	616.38	-0.4924	INELASTICO	INFERIOR, COMPLEMENTA RIO
1993	119.939	799.25	0.4611	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO Y SUSTITUTO
1994	117.139	1150.08	-0.053	INELASTICO	INFERIOR, COMPLEMENTA RIO

Fuente: Elaboración a partir del cuadro No. 5 y elaboración propia.



**CUADRO No.3 CALCULO DE ELASTICIDADES  
EN LA DEMANDA DE FOSFORO.**

<b>AÑO</b>	<b>CANTIDAD MIL. D. TON</b>	<b>PRECIO P. *TON</b>	<b>COEFIC. ELASTIC.</b>	<b>TIPO DE ELASTIC.</b>	<b>TIPO DE PRODUCTO</b>
1983	23.9	12.08			
1984	33.9	19.64	0.668	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO, COMPLEMENTA RIO
1985	32.6	35.27	-0.048	INELASTICO	INFERIOR COMPLEMENTA RIO
1986	31.978	74.25	-0.0172	INELASTICO	
1987	33.294	192.53	0.0258	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO, COMPLEMENTA RIO
1988	30.171	305.00	-0.1605	INELASTICO	INFERIOR COMPLEMENTA RIO
1989	25.256	398.00	-0.5342	INELASTICO	
1990	30.400	496.00	0.8271	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO COMPLEMENTA RIO
1991	38.569	541.67	2.9184	ELASTICO	LUJO O SUPERIOR, SUSTITUTO
1992	33.269	656.67	-0.6472	INELASTICO	INFERIOR COMPLEMENTA RIO
1993	34.11	779.00	0.1357	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO COMPLEMENTA RIO
1994	47.28	1385.13	0.4962	INELASTICO	

Fuente: Elaboración a partir del cuadro No.6 y elaboración propia.

CUADRO No.4 EL CALCULO DE ELASTICIDADES  
EN LA DEMANDA DE POTASIO.

AÑO	CANTIDAD MIL D. TON	PRECIO P. *TON	COEFIC. ELASTIC.	TIPO DE ELASTIC.	TIPO DE PRODUCTO
1983	2.4	9.54			
1984	9.3	15.73	7.959	ELASTICO	LUJO O SUPERIOR SUSTITUTO
1985	8.9	49.34	-0.2013	INELASTICO	INFERIOR
1986	7.291	103.94	-0.1634	INELASTICO	COMPLEMENTA RIO
1987	6.548	273.83	-0.0623	INELASTICO	
1988	7.36	388.8	0.2954	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO
1989	5.074	520.8	-0.9148	INELASTICO	INFERIOR
1990	7.483	514.65	-0.40.205	INELASTICO	
1991	3.082	631.01	-2.6013	INELASTICO	COMPLEMENTA RIO
1992	1.27	965.00	-1.1108	INELASTICO	
1993	2.746	889.00	-14.757	INELASTICO	
1994	3.562	1537.65	0.4073	INELASTICO	NORMAL O NECESARIO

Fuente: Elaboración a partir del cuadro No.7 y elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES.

1.- El productor agropecuario cuando decide sembrar algún tipo de cultivo reconoce que requiere insumos agrícolas y por lo tanto los compra, lo que posiblemente cambie es que no complete la fórmula requerida.

2.- El nitrógeno y el fósforo son fertilizantes complementarios siendo productos que el agricultor utiliza para casi todos los cultivos específicamente para el maíz y el sorgo. El potasio aunque las plantas lo requieren los productores lo utilizan poco o para cultivos muy específicos (cultivos de riego o frutales):

3.- En el modelo propuesto se anularon algunas variables, esto dio lugar a incluir otras que influyeran en el grado de ajuste del modelo.

4.- La variable **PGM, PGS, INPP, QDN, QDP y QDK** fueron las que mostraron mayor ajuste al incluirse en cada una de las ecuaciones del modelo ya sea positiva o negativamente.

5.- En el caso de la ecuación del nitrógeno la variable **STA (Superficie Total Acreditada)** influyó fuertemente en la cantidad demandada de nitrógeno no así los montos.

6.- En la ecuación de fósforo y en la de potasio la **STA** no tubo nada que ver.

7.- El análisis sobre elasticidad nos indica que el producto o insumo se incrementa mas que el precio de los productos. lo que hace que sean elásticos o inelásticos.

8.- Los signos del modelo en todos los casos dieron como estaban propuestos y con base en la teoría económica.

## **7. RECOMENDACIONES.**

1.- La oferta y demanda de fertilizantes tubo comportamientos elásticos o inelásticos, y según la clasificación del producto se comportó como: lujo, superior o sustituto, normal o necesario e inferior o complementario esto quizá por el cambio de precios de un período a otro por lo que aquí se recomienda que los precios de fertilizantes tengan una proporcionalidad en cuanto al precio de los productos.

2.- El modelo de regresión lineal múltiple explica el fenómeno de la demanda de nitrógeno por lo que el modelo se recomienda con sus adecuaciones a cada caso específico.

3.- Para estudios posteriores se recomienda como mínimo un total de 15 observaciones con el objeto de reforzar los modelos que se propongan.

## 8. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- E. F. BRIGHAM Y J. L. PAPPAS. ECONOMIA Y ADMINISTRACION. 1992. ED. MC. GRAW HILL.
- 2.- FERTIMEX. DELEGACIONES ESTATALES DE LA SAGAR AÑOS 1991, 1993, 1994 Y 1995.
- 3.- GARCIA MATA ROBERTO Y CO. NOTAS SOBRE MERCADOS Y COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS AGRICOLAS. COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1988.
- 4.- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. 1995.
- 5.- MENDENHALL Y REINMUTH. ESTADISTICA PARA ECONOMIA Y ADMINISTRACION. 1989.
- 6.- MENDEZ RAMIREZ I. MODELOS ESTADISTICOS LINEALES. 1981. CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.
- 7.- MURILLO ARCADIA R. RECOPIACION DE INFORMACION Y CREACION DE UNA ESTRUCTURA DE DATOS PARA EL MODELO. 1995.
- 8.- PADILLA DIAZ J. F. ESTADISTICA INFERENCIAL Y ECONOMETRIA. 1991. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.
- 9.- SAGAR. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL. PROGRAMA DE FOMENTO AGRICOLA. 1996.
- 10.- \_\_\_\_ ANUARIO ESTADISTICO AGROPECUARIO. 1983-1987.

- 11.- \_\_\_\_\_ SERIE HISTORICA DEL TRIGO DEL. 1992-1996.  
SUBDELEGACION DE AGRICULTURA JALISCO.
- 12.- SARH MANUAL DE CAPACITACION PARA ASESORES  
TECNICOS.1991.
- 13.- SOSA GONZALEZ J. Y ESPINOSA LOMELI J. EL MERCADO  
DEL MAIZ EN EL ESTADO DE JALISCO. 1992. TESIS  
PROFECIONAL.
- 14.- TORRES SANCHEZ P. ANALISIS Y COMPORTAMIENTO DEL  
CREDITO AGRICOLA A NIVEL REGIONAL EN CINCO  
CULTIVOS BASICOS (AGUAS CALIENTES, COLIMA Y  
JALISCO). 1994. TESIS PROFESIONAL.

# **ANEXO A**

**DISEÑO DE MODELOS UTILIZADOS**

CUADRO No. 5 MODELO PARA LA DEMANDA DE NITROGENO.

QDN	AÑO	INPP	PPN	PPP	DEM.P	PGM	PGS	STA
95.20	1983	394.1	7.735	12.08	23.900	19.2	12.60	258.62
132.60	1984	644.8	11.35	19.64	33.900	33.45	25.00	278.87
155.20	1985	1001.0	23.24	35.27	32.600	53.40	32.70	356.49
146.909	1986	1796.7	41.14	74.52	31.978	96.00	70.00	373.35
143.628	1987	4407.2	117.20	192.53	33.294	245.00	155.00	390.82
143.648	1988	8783.7	180.25	305.00	30.171	370.00	290.00	385.91
136.084	1989	9904.8	239.75	398.00	25.256	435.00	320.00	213.12
124.000	1990	12157.	343.24	496.00	30.400	636.00	414.00	83.987
131.708	1991	14478.	439.00	541.67	38.569	715.00	320.00	68.975
105.505	1992	16220.	616.38	656.67	33.269	750.00	380.00	70.845
119.939	1993	17234.	799.25	779.00	34.110	750.00	474.03	60.085
117.139	1994	18384.	1150.1	1385.1	47.280	650.00	523.50	39.140

Fuente: Elaboración propia.



CUADRO No. 6 MODELO PARA LA DEMANDA DE FOSFORO

QDP	AÑO	INPP	PPN	PPP	DEM.N	PGM	PGS
23.90	1983	394.1	7.735	12.08	95.200	19.2	12.60
33.90	1984	644.8	11.35	19.64	132.60	33.45	25.00
32.60	1985	1001.0	23.24	35.27	155.20	53.40	32.70
31.98	1986	1796.7	41.14	74.52	146.91	96.00	70.00
33.29	1987	4407.2	117.20	192.53	143.63	245.00	155.00
30.17	1988	8783.7	180.25	305.00	143.65	370.00	290.00
35.27	1989	9904.8	239.75	398.00	136.08	435.00	320.00
30.40	1990	12157.	343.24	496.00	124.00	636.00	414.00
38.57	1991	14478.	439.00	541.67	131.71	715.00	320.00
33.27	1992	16220.	616.38	656.67	105.51	750.00	380.00
34.11	1993	17281.	799.25	779.00	119.94	750.00	474.03
47.28	1994	18381.	1150.1	1385.11	117.14	650.00	523.50

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO No. 7 MODELO PARA LA DEMANDA DE POTASIO**

ODK	AÑO	INPP	PPN	PPK	DEM.N	PGM	PGS
2.40	1983	394.1	7.735	9.54	95.200	19.2	12.60
9.30	1984	644.9	11.35	15.73	132.60	33.45	25.00
8.90	1985	1001.0	23.24	49.34	155.20	53.40	32.70
7.291	1986	1796.7	41.14	103.94	146.91	96.00	70.00
6.548	1987	4407.2	117.20	273.83	143.63	245.00	155.00
7.360	1988	8783.7	180.25	388.80	143.65	370.00	290.00
5.074	1989	9904.3	239.75	520.80	136.08	435.00	320.00
7.483	1990	12157.	343.24	514.65	124.00	636.00	414.00
3.082	1991	14479.	439.00	631.01	131.71	715.00	320.00
1.270	1992	16220.	616.38	965.00	105.51	750.00	380.00
2.746	1993	17294.	799.25	889.00	119.94	750.00	474.03
3.562	1994	18384.	1150.1	1537.7	117.14	650.00	523.50

Fuente: Elaboración propia.

# **ANEXO B**

**PRECIO DEL FERTILIZANTE.**

CUADRO No.8 PRECIO POR TONELADA DE FERTILIZANTE AL CONSUMIDOR.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
AMONIACO	3.0	4.18	4.18	7.51	12.50	23.35	43.45
N. DE A.	2.54	3.25	6.21	6.35	14.71	24.46	41.00
S. DE A.	1.63	1.58	3.01	5.41	7.56	12.86	26.05
UREA	3.51	4.07	8.52	11.67	10.62	32.30	54.05
P.P.A.	2.67	3.27	5.48	7.735	11.35	23.24	41.14
S.P.S.	1.46	1.50	2.68	5.14	7.30	12.60	26.00.
S.P.T.	3.50	4.70	7.58	13.75	21.63	37.60	89.00
P.D.	4.61	6.04	8.57	17.35	30.00	55.00	107.7 5
P.P.A.	3.19	4.08	6.28	12.08	19.64	35.27	74.25
C.DE K.	2.13	2.83	4.21	7.60	13.71	37.50	78.20
S. DE K.	3.12	3.84	8.14	11.08	24.42	50.00	171.2
N. DE K.	*	*	*	*	*	58.20	151.7
C. NPK	3.28	3.85	8.88	11.00	16.42	41.00	80.15
MEZCLAS	2.16	2.64	4.60	8.46	8.36	10.65	38.45
P.P.A.	2.67	3.29	6.46	9.54	15.73	49.34	103.9

Fuente: Fertimex, delegaciones estatales de la SAGAR; años 1991, 1992, 1994 y 1995

N. DE A. = NITRATO DE AMONIO.

S. DE A. = SULFATO DE AMONIO.

C. DE K. = CLORURO DE POTASIO.

S. DE K. = SULFATO DE POTASIO.

N. DE K. = NITRATO DE POTASIO.

S.P.S. = SUPER FOSFATO SIMPLE.

C. NPK. = COMPLEJOS NPK.

S.P.T. = SUPER FOSFATO TRIPLE.

P.D. = FOSFATO DIAMONICO.

CUADRO No. 8A CONTINUACION DE CUADRO No.8 (1987-1994).

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
131.3	207.00	261.00	300.25	451.00	785.5	1120.0	1438.0
116.0	156.00	242.00	361.70	489.00	630.00	868.00	1103.1
80.55	126.00	164.00	250.00	295.00	420.00	495.00	714.00
149.6	232.00	292.00	461.00	521.00	630.00	714.00	1345.2
<b>117.2</b>	<b>180.25</b>	<b>239.75</b>	<b>343.24</b>	<b>439.00</b>	<b>616.38</b>	<b>799.25</b>	<b>1150.1</b>
78.00	124.00	182.00	254.00	277.00	430.00	483.00	883.50
176.6	281.00	402.00	553.75	601.00	650.00	863.00	1507.8
323.6	510.00	610.00	680.00	747.00	890.00	991.00	1764.1
<b>192.5</b>	<b>305.00</b>	<b>398.00</b>	<b>496.01</b>	<b>541.67</b>	<b>656.67</b>	<b>779.00</b>	<b>1385.1</b>
212.9	285.00	308.00	420.75	426.06	780.00	705.00	1240.1
372.7	485.00	621.00	688.75	708.00	1150.0	1073.0	1835.2
404.3	580.00	830.00	384.00	870.00	*	*	*
267.3	420.00	421.00	534.25	568.00	*	*	*
112.0	174.00	424.00	545.50	581.00	*	*	*
<b>273.8</b>	<b>388.80</b>	<b>520.80</b>	<b>514.65</b>	<b>631.01</b>	<b>965.00</b>	<b>889.00</b>	<b>1537.0</b>

Fuente: Fertimex delegaciones estatales de la SAGAR, años 1991, 1993, 1994 y 1995.

# ANEXO C

SALIDA DE COMPUTADORA

MODELO DE REGRESION MULTIPLE PARA LA DEMANDA DE NITROGENO

VARIABLE INDEPENDIENTE	COEFICIENTE DE LA VARIABLE	ERROR ESTANDAR	T CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
INTERCEPTO	-550.123929	152.123929	-3.6065	0.0336
INPP	0.008728	0.004995	1.7474	0.1789
DEM - P	3.900136	0.823383	4.7367	0.0178
P-PROM-N	-0.116353	0.046501	-2.5021	0.0875
P-GAR-M	-0.341786	0.112032	-3.0508	0.0554
P-GAR-S	0.210366	0.076424	2.7526	0.0706
ANUALIDAD	0.046586	0.012578	3.7037	0.0342
P-PROM-P	-0.139915	0.053835	-2.5990	0.0804
SUP-TOT-A	-0.000085	0.000056	-1.5048	0.2294

$R^2 = 0.8491$      $SE = 6.875911$      $MAE = 2.500574$      $DURBWAT = 2.674$

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA FUNCION DE REGRESION DE NITROGENO

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRATICA	F CALCULADA	VALOR DE P
MODELO	3305.54	8	413.193	8.7361	0.0508
ERROR	141.934	3	47.2782		
TOTAL (CORR)	3447.37	11			

MODELO DE REGRESION MULTIPLE PARA LA DEMANDA DE FOSFORO

VARIABLE INDEPENDIENTE	COEFICIENTE DE LA VARIABLE	ERROR ESTANDAR	T CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
INTERCEPTO	93.246314	42.923294	2.1724	0.0956
INPP	-0.001537	0.001313	-1.1711	0.3066
DEM-N	0.246716	0.061117	4.0368	0.0156
P-PROM-N	0.019402	0.014282	1.3584	0.2459
P-GAR-M	0.056881	0.021651	2.6272	0.0584
P-GAR-S	-0.050978	0.018544	-2.7490	0.0514
ANUALIDAD	-0.007482	0.003802	-1.9679	0.1205
P-PROM-P	0.031468	0.012447	2.5282	0.0648

$R^2 = 0.8689$      $SE = 2.17190$      $MAE = 0.909110$      $DURBWAT = 2.674$

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA FUNCION REGRESION DEL FOSFORO.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRATICA	F CALCULADA	VALOR DE P
MODELO	376.877	7	53.8395	11.4135	0.0165
ERROR	18.3688	4	4.71719		
TOTAL (CORR)	395.245	11			



MODELO DE REGRESION MULTIPLE PARA LA DEMANDA DE POTASIO

VARIABLE INDEPENDIENTE	COEFICIENTE DE LA VARIABLE	ERROR ESTANDAR	T CALCULADA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
INTERCEPTO	62.816278	20.652897	3.0415	0.0383
INPP	-0.001473	0.000649	-2.2688	0.0858
DEM-N	0.157148	0.028093	5.5938	0.0050
P-GAR-M	0.026496	0.010929	2.4244	0.0724
P-GAR-S	0.026606	0.007242	3.6737	0.0213
ANUALIDAD	-0.006069	0.001834	-3.3085	0.0297
P-PROM-P	0.004429	0.004311	1.0276	0.3622
P-PROM-N	0.009812	0.004641	2.1142	0.1020

$S^2 = 0.8766$      $SE = 0.962023$      $MAE = 0.477616$      $DURBWAT = 3.245$

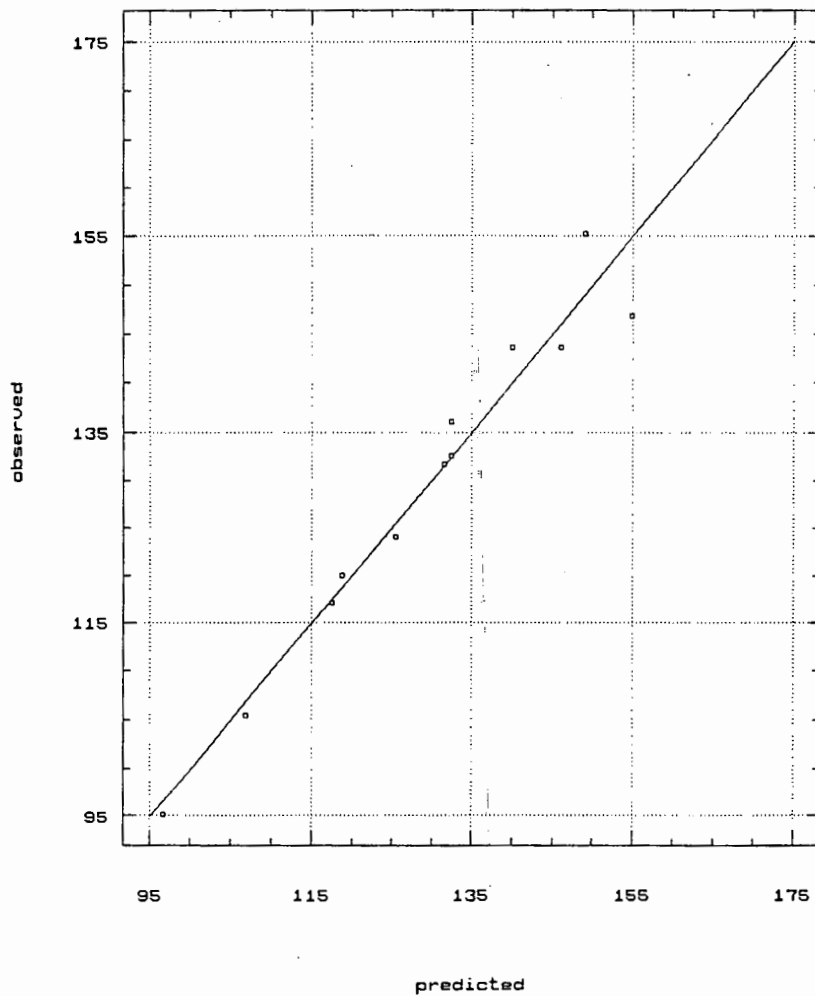
ANALISIS DE VARIANZA PARA LA FUNCION DE REGRESION DEL POTASIO.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRATICA	F CALCULADA	VALOR DE TABLA
MODELO	78.7867	7	11.2552	12.1614	0.0147
ERROR	3.70195	4	0.925488		
TOTAL (CORR)	82.4886	11			

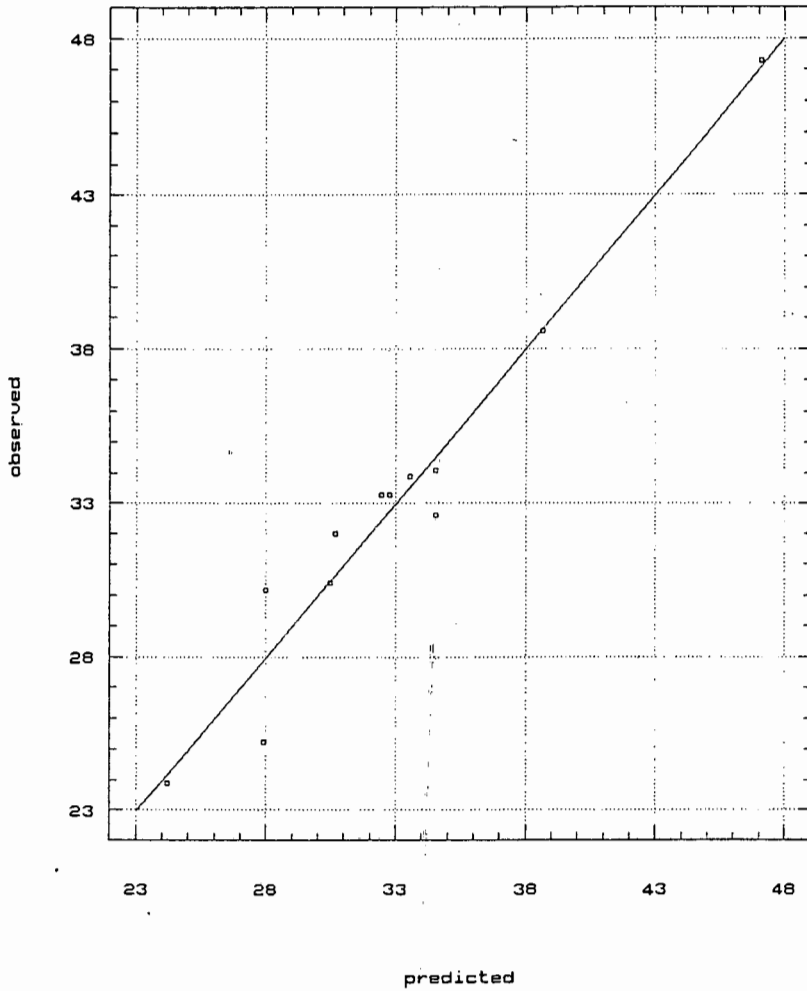
# **ANEXO D**

**GRAFICAS DE PREDICCIÓN DE DEMANDA DE FERTILIZANTES.**

# PREDICCIÓN DE DEMANDA DE NITROGENO.



# PREDICCIÓN DE DEMANDA DE FOSFORO.



# PREDICCIÓN DE DEMANDA DE POTASIO.

