

ANALISIS ECONOMICO A LA APLICACION DE FERTILIZACION
NITROGENADA EN MELON (Cucumis melo L.)

MICROGISIS:	5,415
FECHA:	24/11/92
ENCARGADO:	VILLARREAL

P O R

Roberto Bonifasi Bianchi

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

El Zamorano, Honduras

Abril, 1992

ANALISIS ECONOMICO A LA APLICACION
DE FERTILIZACION NITROGENADA
EN MELON (Cucumis melo L.)

Por

Roberto Bonifasi Bianchi

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se
reservan los derechos del autor.



ROBERTO BONIFASI BIANCHI

Abril, 1992

DEDICATORIA

Dedico todo mi trabajo a Dios y a mis padres.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todo lo que me ha dado.

A mis padres por todas las oportunidades que me han brindado.

A los profesores, que se empeñaron en mi enseñanza.

Y a mis compañeros, con quienes compartí este año de estudios.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCION	1
	A. Objetivos	3
	1. General	3
	2. Específicos	3
	B. Limitaciones	3
II.	REVISION DE LITERATURA	5
	A. Aspectos técnicos	5
	B. Aspectos económicos	13
III.	METODOLOGIA	17
	A. Descripción del trabajo experimental	17
	1. Recolección de datos	17
	a. Agronómicos	17
	(1) Rendimiento	17
	b. Económicos	17
	(1) Costos fijos	17
	(2) Costos variables	17
	(3) Precios de insumos y producto	17
	2. Análisis estadísticos	18
	3. Análisis económico	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	20
	A. Análisis de regresión	20
	B. Respuesta del melón al nitrógeno	24
	C. Precios de insumos y productos	24
V.	DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS	27
	A. Máxima producción física	27
	B. Optima producción económica	28
VI.	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	31
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
	A. Conclusiones	33
	B. Recomendaciones	34
VIII.	RESUMEN	36
IX.	BIBLIOGRAFIA	38
X.	ANEXOS	vi

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Rendimiento de melón obtenidos en el campo experimental	20
Cuadro 2	Análisis de varianza para el modelo de regresión	21
Cuadro 3	Análisis de regresión para las variables en la ecuación	21
Cuadro 4	Rendimiento de malón según la función de producción obtenida .	22
Cuadro 5	Costos fijos de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a un nivel tecnificado bajo riego .	25
Cuadro 6	Costos variables de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a cero aplicación de N	26
Cuadro 7	Resumen de costos totales de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a un nivel de cero aplicación de nitrógeno	28
Cuadro 8	Precio del melón en Lps/Kg para el mes de diciembre de 1992, en Tegucigalpa.	26
Cuadro 9	Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de melón híbrido HY-MARK, a un nivel de aplicación de 268.10 Kg de N/ha (máximo de producción física) . . .	28
Cuadro 10	Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de melón híbrido HY-MARK, a un nivel de aplicación de 258.22 Kg de N/ha (óptimo de producción económica) . .	30

Cuadro 11	Análisis de sensibilidad para cambios en los precios de los insumos y del producto y su efecto en margen bruto de ganancia	32
-----------	--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Función física de producción	23
Figura 2	Curva del valor del producto marginal y del costo marginal del factor (óptimo económico)	29

INDICES DE ANEXOS

Anexo 1	Rendimiento del melón por repeticiones	vi
Anexo 2	Plano de la parcela experimental . . .	vii

I. INTRODUCCION

La población mundial se está expandiendo tan rápidamente, que posiblemente para el año 2,000 se estén superando los 6,000 millones de habitantes. Sin embargo, la producción agrícola mundial no ha aumentado con la misma tasa de crecimiento, incluso en algunos años ha disminuído.

Tomando en cuenta estos diferentes índices de crecimiento, y que en Honduras el porcentaje de superficie total agrícola es muy bajo, es indispensable hacer uso intensivo de las tierras disponibles para obtener una mayor productividad en áreas pequeñas. Este incremento se puede hacer únicamente con el uso adecuado de insumos y tecnología mejorada.

Los fertilizantes se encuentran entre los insumos que contribuyen más al rendimiento de los cultivos. Sin embargo la mala utilización de los mismos trae consigo un crecimiento decreciente en el cultivo.

En Honduras la base productiva del país es esencialmente agro-exportadora, ubicándose el cultivo del melón en esta rama de producción.

Este cultivo se ha venido desarrollando en la

costa sur del país, principalmente en los departamentos de Choluteca y Valle, teniendo como objetivos principales: mejorar los ingresos y el nivel de vida de los habitantes de una de las regiones más pobladas del país, diversificación de cultivos y crear nuevos rubros de exportación.

Según datos recopilados en esta zona, en promedio, las dosis de fertilización usadas son bajas, y la producción de los pequeños agricultores, que son la mayoría, es relativamente baja. Por consiguiente la fertilización viene a ser un aspecto crítico para la producción del melón.

Razón por la cual este estudio pretende aclarar dudas sobre la relación existente entre fertilización y costos de producción, y determinar cuál es el nivel óptimo económico de fertilización para el melón.

Para esto, se han tomado y analizado los datos de rendimiento obtenidos en el ensayo que realizó Iván Urrea S. en el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, donde evaluó el comportamiento del cultivo a distintas dosis de fertilización nitrogenada.

A. Objetivos

1. General

Determinar el óptimo económico de fertilización nitrogenada granular del melón, en el valle del Zamorano.

2. Específicos

1. Determinar la función de producción que mejor se ajuste a la respuesta de fertilización nitrogenada en melón.

2. Determinar la dosis óptima de fertilizante nitrogenado para maximizar la producción física de melón.

3. Determinar los costos de producción del melón.

4. Utilizar las interpretaciones económicas para recomendar decisiones en la fertilización y en la producción de melón para las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana.

B. Limitaciones

El estudio que se proyecta puede verse limitado

en varios sentidos:

1. Las dosis óptimas a recomendar, van a ser propias del valle del Zamorano, no pudiendo aplicarlas a otras zonas, debido a las distintas condiciones ambientales.

2. Las dosis de fertilizante que se aplicaron, solamente incluyen nitrógeno, debido a que en el suelo se encuentran niveles medios a altos de fósforo y potásio.

3. El ensayo fue montado en condiciones bajo protección, no representando la época de siembra real bajo condiciones normales del cultivo.

4. Debido a la poca disponibilidad de tierra, en el ensayo se evaluaron ocho niveles de fertilización aplicados al suelo.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Aspectos técnicos

De la superficie total del país únicamente el 15% es apta para el desarrollo agrícola, por lo que se hace necesaria una utilización ordenada, planificada e intensiva de los recursos e insumos (FAO, 1972).

Según Couston y Aspiras, la contribución de los fertilizantes al aumento de los rendimientos es quizás, la máxima de los insumos requeridos. Además, Moyle y Couston (1962), afirman que la utilización adecuada de fertilizantes, aumenta considerablemente el rendimiento de las tierras.

Sin embargo, FAO (1980), sostiene que si bien los fertilizantes son uno de los factores más importantes que pueden contribuir al aumento de la productividad, no resuelve por sí solo todos los problemas de la producción agrícola. Por lo que hay que tomar en cuenta otros factores como: propiedades del suelo, variedades del cultivo y densidades de siembra.

El análisis de suelos es fundamental, pues da información sobre los nutrientes disponibles en el suelo, además en suelos más ricos en materia orgánica

la planta podrá soportar concentraciones más fuertes de fertilizantes (Donahue y col., 1981).

Cooke (1982), cita dos importantes razones para aumentar el uso de fertilizantes y así aumentar la producción:

1. Incrementa la producción de alimentos para una población creciente.

2. Incrementa los beneficios de los agricultores.

Según Donahue y col. (1981), el uso de los fertilizantes era desmedido, debido a que eran relativamente baratos, hasta que la crisis energética escaló en 1974, y se doblaron los precios. Esto llevó a la gran mayoría de usuarios a reevaluar las cantidades de fertilizantes que venían utilizando, para optimizar su producción.

En las últimas dos décadas , la estructura productiva de Honduras ha sido básicamente agrícola, dependiendo principalmente de cuatro cultivos: banano, café, caña de azúcar y algodón. Sin embargo, estos están sujetos a fluctuaciones en el mercado mundial en cuanto a precios y restricciones de cuotas de exportación, lo que causa períodos de bonanza y de depresión en la economía hondureña (FAO, 1972).

Esto ha motivado al Estado a desarrollar políticas y medidas para la diversificación de la producción agrícola, de donde surgen los proyectos

del cultivo del melón y otros.

Inicialmente el melón se cultivaba en un área muy limitada, hasta que en 1965 se hicieron las primeras exportaciones, y a principios de 1970, el Instituto Nacional Agrario (INA), se interesó en promoverlas, más para contrarrestar los efectos negativos de la declinación del algodón, la cual causó gran desempleo (FAO, 1972).

Siendo el melón uno de los cultivos de más énfasis en la zona sur del país, es indispensable tener entera noción del mismo y de la utilización de sus insumos, principalmente los fertilizantes.

El primer problema que enfrenta el agricultor que desea aplicar fertilizantes, es el determinar qué tipo usar y qué cantidades aplicar.

Las plantas necesitan de 16 elementos, siendo el nitrógeno el elemento más crítico en el desarrollo vegetal, seguido del fósforo, potasio, calcio, magnesio y finalmente los micronutrientes (Donahue y col., 1988).

Según Rodríguez (1977), para aplicar fertilizantes hay que tener en cuenta los nutrientes que retira el melón en una cosecha. Tomando como base una cosecha de 15-20 ton/ha., los nutrientes sustraídos son: 50 kg. de N./Ha., 20 kg. de P_2O_5 /Ha. y 100 kg. de K_2O ./Ha.

A partir de estos datos, nos damos cuenta que la falta de nutrientes en el suelo se convierte en una limitante para rendimientos satisfactorios, no solo por la extracción de nutrientes, sino que también por el corto ciclo del cultivo (Gudiel, 1987).

Tomando en cuenta que el nitrógeno es el nutriente de mayor importancia en el crecimiento vegetativo, es indispensable tener conocimientos de las dosis utilizadas para el melón. Sin embargo las dosis de fertilizantes están supeditadas por las condiciones en que se desarrolla el cultivo. Por ejemplo, en España, Gamboa (1981), recomienda las siguientes dosis (Kg./Ha.):

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Melón con riego	150-160	120	60-100
Melón sin riego	50-70	50-80	220-235
Melón en invernadero	210	220	360

Por otro lado, en México, la recomendación de fertilización de melón en general es de 140 Kg. de N./Ha., 75 Kg. de P₂O₅/Ha. y 50 Kg. de K₂O/Ha. (VI Coloquio del Instituto Internacional de la Potasa, 1988).

Según Gudiel (1987), para obtener una cosecha aproximada de 30 Ton/ha., se necesitan 110 Kg. de N/ha., divididos en tres aplicaciones.

Montelaro y Jaminson (1962), recomiendan una

fertilización un poco más alta, consistiendo en:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Melón con riego	168.5	180	213
Melón sin riego	135	135	168.5

Finalmente, Montes (1991), recomienda una dosis de 200 kg de N/ha., 100 kg de P₂O₅/ha. y 100 kg de K₂O/ha. junto con estiércol seco en proporción de 20 TM/ha.

Por otro lado, un aporte excesivo de fertilizantes, causa problemas en la planta. Por ejemplo en el caso del nitrógeno, causa un exceso de vigor y un impedimento en la fecundación de las primeras flores, por tanto habría una recolección más tardía (Rodríguez, 1977). De la misma forma, altas concentraciones de K, Ca o Mg determinarían una disminución en el crecimiento de la planta (Donahue y col., 1981).

Con determinados fertilizantes pueden aplicarse nutrimentos solubles en agua directamente al follaje, lo que proporciona una más rápida utilización de nutrientes y corrección de deficiencias (Tilsdale, Nelson, 1987).

La fertilización foliar es importante para la aplicación de micronutrientes, debido a las dosis bajas que se necesitan y cuando existen problemas de fijación al suelo de ciertos nutrientes. Sin embargo,

hay que tener en cuenta que el exceso puede ser perjudicial (Tisdale, Nelson, 1987).

Según Donahue y col. (1981), los quelatos son enlaces fuertes entre metales y compuestos orgánicos, son solubles y ayudan a mantener los nutrientes movibles en el suelo de manera que la planta los aproveche mejor.

Para el análisis económico del cultivo se tomó como referencia la tesis llevada a cabo por Urrea (1992).

El ensayo se llevó a cabo en los terrenos de la zona tres del Departamento de Horticultura de la EAP, ubicada en el valle del río Yeguare a 37 kms. al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a $14^{\circ} 00'$ latitud norte y $87^{\circ} 02'$ longitud oeste, a una altitud aproximada de 805 msnm.

La temperatura media anual que osciló durante el ciclo del cultivo fue de 16.4 a 28.5 °C.

El terreno de textura franco arcillo arenosa, contiene un pH entre 3.51 y 6.37.

Para la disposición del experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), empleando un total de 1,368 m². Cada parcela constaba de 5 camas de 5 mts. de largo por 1.50 mts. de separación entre cada una.

El total de parcelas fue de 32, distribuidas en

cuatro repeticiones, para cada nivel de fertilización.

La fuente de nitrógeno que se utilizó fue urea, los ocho niveles de fertilización que se evaluaron fueron los siguientes:

Elemento	Kg/ha.							
Nitrógeno (N)	0	50	100	150	200	250	300	350

Antes de la siembra se preparó la tierra y se hizo un análisis de suelo para las 32 parcelas, fue necesaria una aplicación de cal a la superficie a razón de una tonelada por hectárea con el objeto de subir el pH y finalmente se surqueó el terreno para formar camas de 0.50 mts. de ancho.

La siembra se realizó el 13 de septiembre, se utilizó semilla de melón híbrido HY-MARK, de polinización libre, perteneciente a la variedad reticulatus.

Después de 12 días en el semillero, se trasplantó el melón al campo experimental y se obtuvo una densidad de 3,040 plantas en 1,368 m². o sea 22,222 plantas/ha.

Se colocaron tutores principales de siete pulgadas de diámetro y cuatro metros de altura, al principio, en el medio y al final de cada cama.

Además tutores secundarios de una y media pulgadas de diámetro y dos y medio metros de altura a una distancia de un metro entre cada uno, sobre la hilera de plantas.

Sobre los tutores se colocó malla de polipropileno, para mantener la verticalidad del cultivo.

El sistema de riego utilizado fue por goteo, la frecuencia del riego durante el ciclo del cultivo fue la siguiente:

- Desde el trasplante hasta 30 días, 15 minutos todos los días.
- De 30 días hasta el inicio de la reticulación, 15 minutos cada dos días.
- Al iniciar la reticulación, 15 minutos cada cinco días.
- Al iniciar la cosecha, 15 minutos cada siete días.

Se colocaron tres colmenas una semana antes del inicio de la floración.

El desarrollo de las plantas consistió en un eje principal de 20 nudos, eliminando las yemas axilares de todos los nudos menos el 13, 15 y 17, esto con el fin de producir ramas secundarias.

La aplicación del fertilizante fue dividida en tres partes iguales: al momento del trasplante, a los 15 días del trasplante y a los 30 días del

trasplante.

Durante el ciclo del cultivo se llevaron a cabo dos deshierbes manuales, se hizo una aplicación de Volatón al momento de la siembra para controlar las plagas del suelo, y durante el ciclo del cultivo se hicieron aplicaciones de Dithane M-45, Vidate, Manzate, Bayletón y Danitol. La cosecha inició el 8 de diciembre de 1991 y finalizó el 4 de enero de 1992.

E. Aspectos económicos

Los costos de fertilización representan un 14% del total de los costos de producción (Cooke, 1982). Sin embargo, el fertilizante está catalogado como uno de los insumos principales para aumentar la productividad (FAO, 1984).

Según Donahue y col. (1981), fertilizando para máximas producciones rara vez produce máximas ganancias, entre más y más fertilizante es añadido, la ganancia en producción en cada incremento sucesivo es menor y menor. A las altas tasas de fertilización, el costo adicional de otro incremento de fertilizante es mayor que la ganancia por aumento de producción de la planta. Esto quiere decir que las máximas ganancias del uso de fertilizantes no viene con la

máxima producción del cultivo, por lo que no siempre la fertilización es beneficiosa. Llega un punto donde la ganancia por dólar de costo de fertilizante adicional disminuye cuando se alcanzan los niveles superiores de fertilidad.

La cantidad de fertilizante que produce la mayor ganancia por unidad de área, se conoce como fertilización óptima económica (Cooke, 1987). Esta relación entre el insumo y el producto se puede caracterizar por medio de una función de producción (Bishop y Toussaint, 1982).

La forma más común de encontrar la dosificación adecuada de fertilizante es basándose en experimentos de campo, donde se hacen varios ensayos, que correctamente planeados y evaluados, proporcionan una base segura para recomendar las dosis de fertilización y encontrar la función que mejor se ajuste a los resultados obtenidos (Cooke, 1987; Rodríguez y Laird, 1977).

Una función de producción es la relación matemática que describe en qué forma la cantidad de un producto depende de las cantidades de insumos utilizados, informándonos acerca de la cantidad de producto que podemos esperar a determinados niveles de insumos (Bishop y Toussaint, 1982, FAO, 1988).

Según Bishop y Toussaint (1982), la función de

producción se divide en tres etapas: la primera cuando el producto total es creciente, la segunda, cuando es creciente pero en tasa decreciente y la tercera cuando es decreciente.

Existen un gran número de posibles combinaciones de insumos y no conocemos todas las funciones de producción (Bishop y Toussaint, 1982).

Hay tres tipos generales de relaciones que se pueden observar en la producción cuando un insumo varía: la de rendimientos constantes, crecientes y decrecientes. El tercer tipo de relación es la que nos interesa, pues se basa en la ley de los rendimientos decrecientes, la cual dice: si se añaden unidades sucesivas de un insumo a cantidades constantes de otros insumos, finalmente se alcanza un punto en el que declina el aumento del producto por unidad adicional del insumo (Bishop y Toussaint, 1982).

Gran número de ecuaciones algebraicas pueden ser usadas para determinar funciones de producción (Little y Hills, 1976; FAO, 1966; Heady, 1961; Munson y Doll, 1959; Heady y col., 1972) entre las más comunes están:

- 1.- Superficie cuadrática de respuesta.
- 2.- Fórmula de la Raíz Cuadrada.
- 3.- Fórmula de Cobb-Douglas.

4.- Función de Mitscherlich-Baule.

5.- Función de Spillman

Uno de los mejores criterios para elegir la función de producción, es por medio del coeficiente de determinación R^2 , escogiendo la función que presente el R^2 más alto (Heady y Dillon, 1972).

III. METODOLOGIA

A. Descripción del trabajo experimental

1. Recolección de datos

a. Agronómicos

La cosecha inició el dos de diciembre, a los 80 días de la siembra.

(1) Rendimiento

De la parcela experimental, el primero y el quinto surco fueron bordes y se recolectó la producción del segundo y del cuarto surco, que sirvieron de base para sacar el rendimiento por hectárea.

b. Económicos

(1) Costos fijos

Se consideraron como costos fijos aquellos que no estuvieron afectados por cambios en la fertilización o la producción.

(2) Costos variables

Considerados como aquellos que variaron con los distintos niveles de fertilización o producción.

(3) Precios de insumos y producto

Se utilizaron precios de mercado al momento de

compra (en el caso de los insumos) o de cosecha (en el caso del producto) en la zona de la RAP.

2. Análisis estadísticos

El análisis estadístico se realizó por medio de un análisis de regresión para determinar la función de mejor ajuste, dados los datos de diferentes niveles de N ., se tomó como variable independiente el N y su efecto cuadrático, y como variable dependiente el rendimiento por hectárea. El programa que se utilizó fue el SPSS.

3. Análisis económico

a. Máxima producción física

Para determinar la máxima producción física, se iguala a cero la primera derivada parcial de la función física de producción con respecto a N , esto determinará el punto donde la función alcanza su máximo.

b. Óptima producción económica

Una vez obtenida la función de producción, se procederá a estimar la curva del valor del producto marginal (VPM). Luego se determinará el costo marginal del factor (CMF), el cual es igual al precio del producto, ya que en este caso por cada unidad

adicional de insumo, se tiene el mismo valor.

Finalmente se encuentra el óptimo económico en el punto donde ambas curvas se interceptan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Análisis de regresión

Los promedios de rendimiento por tratamiento, se muestran en el cuadro 1, puede notarse que el N aplicado tuvo un efecto creciente inicialmente y luego decreciente, representando el caso de los rendimientos decrecientes.

Cuadro 1 Rendimiento de melón obtenidos en el campo experimental.

Dosis de N kg./ha.	Rendimiento en Ton/ha.	Rendimiento en cajas/ha.
0	19.82	526
50	25.24	808
100	28.91	952
150	30.85	1139
200	31.12	1453
250	32.61	1506
300	35.82	1785
350	31.10	1490

A partir de los datos de rendimiento (cuadro 1) obtenidos de cada uno de los tratamientos estudiados en el ensayo, se obtuvo un análisis de varianza

(cuadro 2).

Para el análisis de varianza, la regresión es estadísticamente significativa al 1%.

Cuadro 2 Análisis de varianza para el modelo de regresión
Ensayo EAP. 1992

Puente	g.l.	S.C.	C.M.	F	Prob.	Signif.
Regresión	2	157.32132	78.86066	34.31046	0.0	.0012
Residual	5	11.46307	2.29261			

Luego se estimó un modelo de regresión, tomándose como variables independientes el nitrógeno y su efecto cuadrático, y como variable dependiente el rendimiento (cuadro 3). Se puede observar la respuesta significativa y el efecto cuadrático del N.

Cuadro 3 Análisis de regresión para las variables en la ecuación.
Ensayo EAP. 1992

Variable	B	SE B	Prob.	T	Signif
N	.09819	.01701	2.44914	5.773	.0022
N2	-1.83119E-04	4.67273E-05	-1.66253	-3.919	.0112
Constante	20.26125	1.27434		15.899	.0000

La función de producción estimada fue la siguiente: $Y = 20.26125 + 0.09819N - 1.83119 E-4 N^2$
(1.27) (0.01701) (4.67 E-5)

Donde: $r^2 = 0.93208$ $n = 8$

Y = Rendimiento de melón en kgs/ha.

N = Niveles de N aplicados en Kgs/ha.

Valores entre paréntesis son los errores estandar.

El coeficiente de determinación múltiple R^2 es de 93 %. Los parámetros obtenidos para el efecto lineal y cuadrático son estadísticamente significativos al 1%. La prueba de Durbin-Watson fue de 2.5 lo que nos indica la ausencia de autocorrelación entre las variables.

El cuadro 4 muestra los rendimientos para melón según la función de producción estimada, y en la figura 1 se pueden apreciar gráficamente la función de producción obtenida.

Cuadro 4 Rendimientos de melón según la función de producción obtenida. KAP. 1992

Dosis de N Kg/ha.	Rendimiento en Ton/ha.
0	20.26
50	24.71
100	28.25
150	30.87
200	32.57
250	33.36
300	33.24
350	32.17

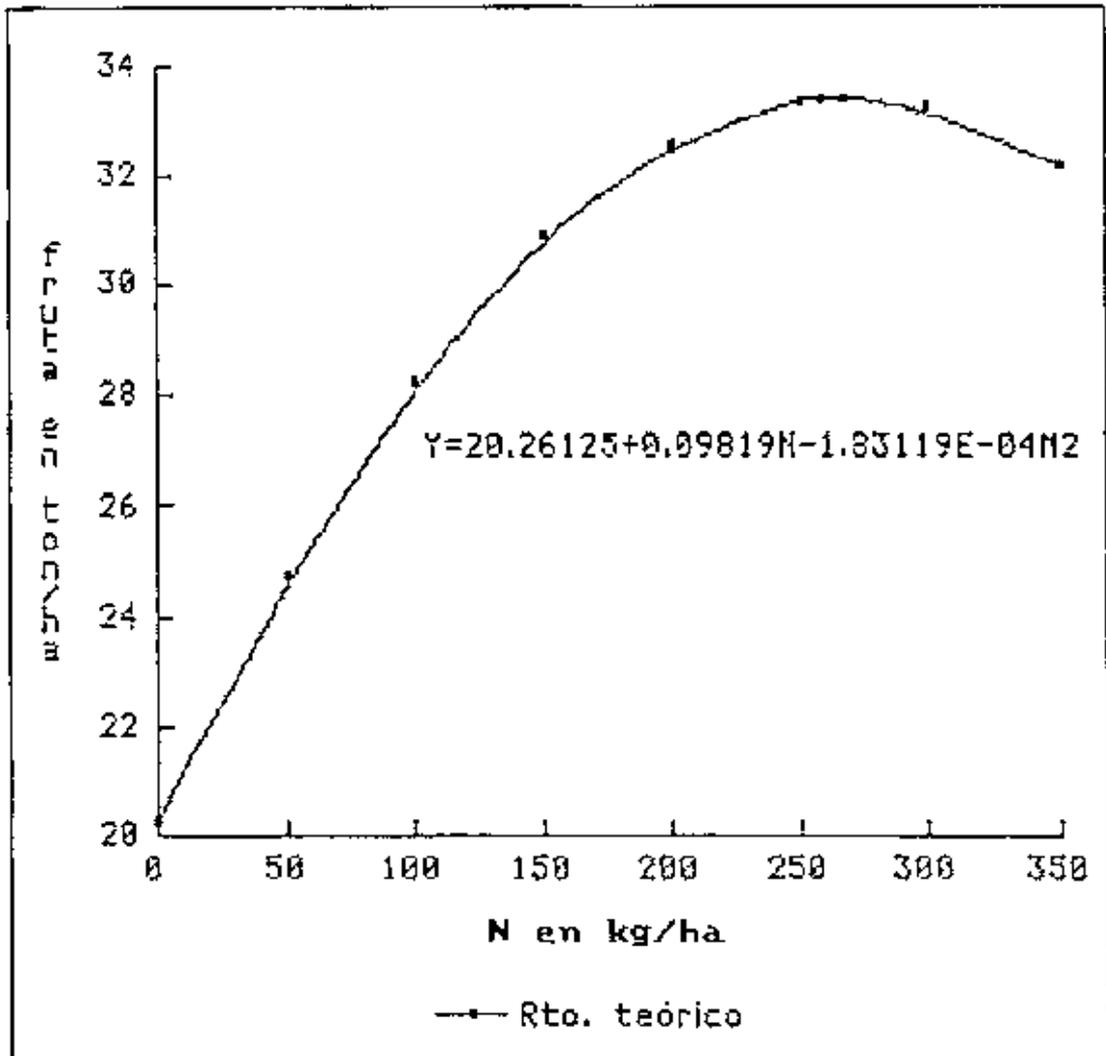


Figura 1. Función física de producción. EAP. 1992

B. Respuesta del melón al nitrógeno

La respuesta a N fue significativa y positiva, estando de acuerdo con la ley de rendimientos decrecientes. En la figura 1 se puede observar que al incrementar las dosis de nitrógeno, incrementa la producción en niveles cada vez menores, hasta llegar a un punto de máxima producción física en el que la adición de nitrógeno no aumenta la producción, provocando su disminución.

C. Precios de insumos y productos

Los precios de los insumos y productos, fueron establecidos según los precios de mercado en el momento de la compra o de la venta.

El cuadro 5 presenta los costos fijos, el cuadro 6 presenta el esquema de costos variables y el cuadro 7 es un resumen de los costos fijos y variables a un nivel de cero aplicación de fertilizante. El cuadro 8 presenta los precios de venta del melón al momento de la cosecha.

Cuadro 5 Costos fijos de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a un nivel tecnificado bajo riego. EAP. 1992

INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNI	TOTAL
MAQUINARIA				
Rotocultivada	hrs	30	13.08	392.40
Surcada	hrs	15	13.08	196.20
Riego	hrs	80	12.22	978.13
PLANTULAS		22,222	0.05	1,111.10
MATERIALES				
Postes	u		20.18	557.28
Kstacas	u		0.50	248.54
Pita polietileno	lb		4.79	747.24
FUNGICIDAS				
Dithane M-45	Kg	1.5	35.27	52.91
Manzate	Kg	2.631	25.70	67.62
Bayletón	Kg	0.657	140.00	91.98
INSECTICIDAS				
Volatón	Kg	7.3	7.70	56.21
Vidate	Lts	2.47	70.00	172.69
Danitol	Lts	2	360.00	720.00
MANO DE OBRA				
	Horas			
Aplicación		128	1.54	197.12
Deshierba		110	1.54	169.40
Cosecha		100	1.54	154.00
Tutorreo		365	1.54	562.10
Riego		80	1.54	123.20
COSTO FIJO TOTAL				6,598.12

Cuadro 6 Costos variables de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a cero aplicación de N. EAP. 1992

COSTO VARIABLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UN.	TOTAL
TRANSPORTE	Kg/melón	19.82	26.00	515.32
COSTO VARIABLE TOTAL				515.32

Cuadro 7 Resumen de costos totales de producción en Lps/ha para el cultivo de melón a un nivel de cero aplicación de N. EAP. 1992

CONCEPTO	CANTIDAD EN Lps.
Costo fijo total	6,598.12
Costo variable total	515.32
COSTO TOTAL	7,113.44

Cuadro 8 Precio del melón en Lps/Kg para el mes de diciembre de 1992, en Tegucigalpa.

PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO, Lps
Melón	Kg	0.66

V. DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS

A. Máxima producción física

Para obtener el valor máximo de producción de melón, se determinó matemáticamente el punto donde la función alcanza su máximo, para lo cual fue necesario igualar a cero la primera derivada de la función de producción con respecto a N, obtenemos:

$$dY/dN = 0$$

$$0.09819 - 3.66238 E-04 N = 0$$

Luego despejando la variable N, obtenemos el nivel de N con el cual la función alcanza el máximo de producción física para dicha función.

La máxima producción física requiere de niveles de 268.10 Kg. de N/ha, para producir 33.42 Ton/ha. de melón.

El cuadro 9 muestra la máxima producción física alcanzada al nivel de fertilización encontrado, los costos totales y el ingreso obtenido a este nivel de producción.

Cuadro 9 Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de melón híbrido HY-MARK, a un nivel de aplicación de 268.10 Kg de N/ha (máximo de producción física). RAP. 1992

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR/UN.	TOTAL
INGRESOS			Lps/Kg	
Producción	Kg	33,424	0.66	22,059.84
TOTAL INGRESOS				22,059.84
COSTOS				
Costos fijos totales				8,598.12
Costos variables				
Transporte	Kg	33,424	0.026	869.02
Urea	Kg	582.83	1.10	641.11
Costo variable total				1,510.13
Costo total				8,108.25
MARGEN TOTAL				13,951.59

B. Optima producción económica

Para determinar el nivel óptimo económico de aplicación de N, se obtuvo matemáticamente el punto donde el valor del producto marginal del N (VPM_N) se iguala al precio de su insumo (CMFa).

Esto quiere decir que:

$$VPM_N = P_N$$

$$VPM_N = \left(\frac{dY}{dN} \right) P_Y$$

Por lo tanto obtenemos la igualdad:

$$(d Y/d N) P_Y = P_N$$

$$(0.09819 - 3.66238 E-04 N) 660 = 2.39$$

Despejando N obtenemos el punto óptimo de producción económica.

En la figura 2 se puede apreciar gráficamente el óptimo económico, donde la curva del valor del producto marginal se corta con el costo del factor.

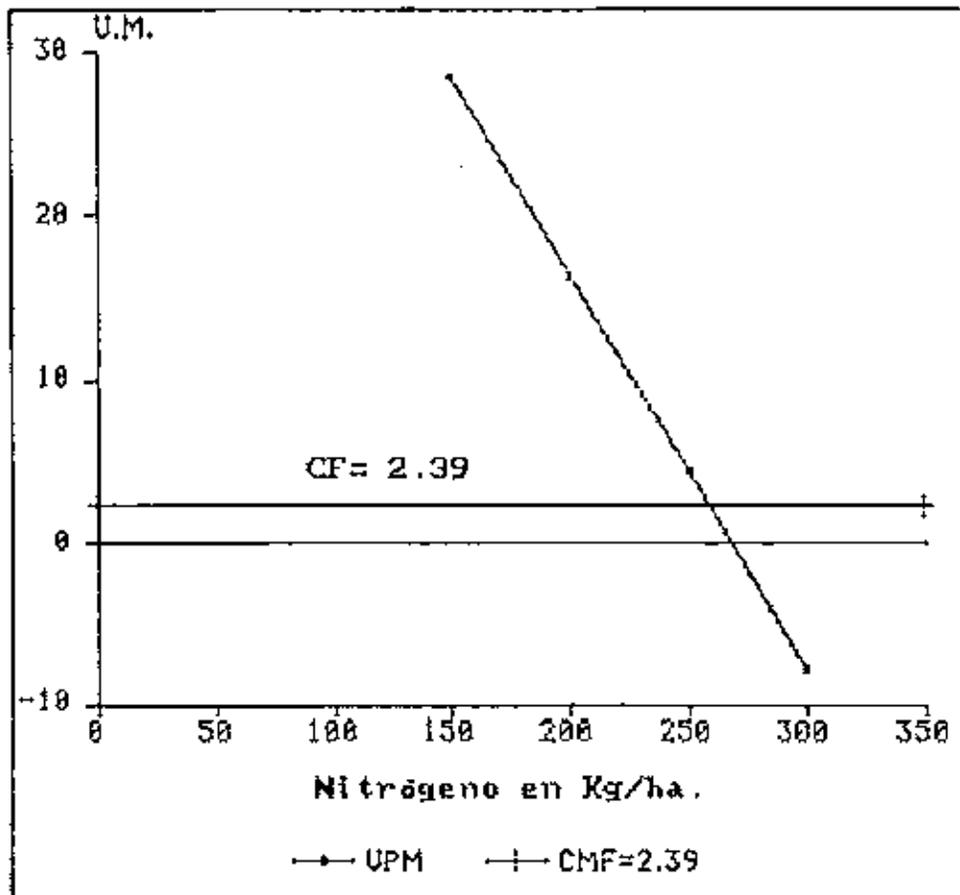


Figura 2. Curva del valor del producto marginal y del costo marginal del factor (óptimo económico)

La máxima producción económica requiere de niveles de 258.22 Kg de N/ha para producir 33.40 Ton/ha. de melón.

El cuadro 10 muestra la producción obtenida con el nivel de fertilizante encontrado, los costos y el ingreso obtenido a este nivel de producción.

El margen total de ganancia fue mayor en el óptimo económico, siendo superior en Lps. 18.71 al máximo físico.

Cuadro 10 Producción, ingresos y costos por hectárea del cultivo de melón híbrido HY-MARK, a un nivel de aplicación de 258.22 Kg de N/ha (máximo de producción económica).RAP. 1992.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR/UN.	TOTAL
			Lps/Kg	
INGRESOS				
Producción	Kg	33,406	0.66	22,047.96
TOTAL INGRESOS				22,047.96
Costos fijos totales				6,598.12
Transporte		33,406	0.026	868.88
Urea		554.85	1.10	610.34
Costo variable total				1,478.58
COSTO TOTAL.				8,076.70
MARGEN TOTAL				13,970.94

VI. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad nos proporciona los cambios en la óptima producción económica mediante modificaciones en el precio del fertilizante y del producto.

Se supusieron cambios en el precio del melón hasta de un 20% para arriba y para abajo del precio real.

En lo referente al precio del fertilizante, se considera improbable las bajas en su precio, por lo tanto se evaluaron incrementos del orden del 10, 20 y 30%. Los cambios ocurren en el mismo momento en ambos factores.

EL cuadro 11 presenta los márgenes brutos de ganancia obtenidos. A medida que aumenta el precio del fertilizante y disminuye el precio del melón, los ingresos disminuyen en menor proporción que si solo uno de los cambios se realizara. Al aumentar el precio del melón, el ingreso incrementa. Cambios proporcionales a los insumos y producto no afectan los ingresos encontrados.

Cuadro 11. Análisis de sensibilidad para cambios en los precios del insumo y del producto y su efecto en el margen bruto de ganancia. EAP.1992.

Precio de la urea	Precio del melón				
	-20%	-10%	0%	10%	20%
0%	9,560	11,768	13,970	16,175	18,380
10%	9,500	11,705	13,909	16,114	18,319
20%	9,439	11,644	13,848	16,053	18,258
30%	9,378	11,583	13,787	15,992	18,197

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones.

1. Para determinar la función de producción que muestra la relación insumo-producto, se utilizó la función cuadrática, por ser la que mejor se adapta a situaciones que muestran rendimientos decrecientes.

2. La respuesta al N fue significativa y positiva, ya que en el rendimiento tuvo un efecto creciente inicialmente y luego decreciente, representando el caso de los rendimientos decrecientes.

3. Se obtuvo un máximo rendimiento físico de 33.42 Ton/ha para el melón híbrido HY-MARK con un nivel de aplicación de 268.10 Kg/ha de N, a partir de este punto, el rendimiento comenzó a decrecer.

4. El óptimo rendimiento económico fue de 33.40 Ton/ha para el melón híbrido HY-MARK, y se obtuvo a un nivel de aplicación de 258.22 Kg/ha de N. Este con los precios de los insumos y productos existentes durante el experimento. Al utilizar niveles mayores

a estos se incrementa el rendimiento físico hasta cierto nivel, pero los beneficios obtenidos se reducen.

5. Las dosis de fertilización que se obtuvieron para máxima producción física y económica, fueron mayores que las recomendadas por los autores citados en la revisión de literatura, excediendo a la más cercana por más de 50 Kg. de N/ha.

6. El margen total de ganancia fue mayor en el óptimo económico, siendo superior en Lps. 18.71 al máximo físico.

7. El margen bruto de ganancia no se ve afectado significativamente por incrementos en el precio del nitrógeno, sin embargo sí muestra cambios significativos cuando el precio del melón sube o baja.

B. Recomendaciones

1. En la siembra de melón se deben utilizar los niveles de N que maximicen la utilidad, dependiendo de la disponibilidad de capital y fertilizantes.

2. En ensayos posteriores se deben evaluar no solo dosis de nitrógeno, sino que también de fósforo, para determinar la interrelación que existe entre los dos y relacionarlo con la producción.

3. Deben evaluarse aplicaciones foliares conjuntamente con aplicaciones al suelo, para determinar la relación entre éstas aplicaciones con respecto a la producción y a los costos del melón.

4. La información obtenida en este experimento, puede servir de base para que en años futuros se realicen ensayos similares, contribuyendo de esta manera a reducir el error experimental debido a factores como el clima, densidad de siembra, época de siembra, contenido de nutrientes en el suelo e incidencia de plagas.

VIII. RESUMEN

El uso intensivo de las tierras está ligado a un uso adecuado de insumos y tecnología mejorada. Los fertilizantes se encuentran entre los insumos que contribuye más al rendimiento de los cultivos. Sin embargo uno de los problemas que enfrenta el agricultor que desea aplicar fertilizantes, es determinar el tipo y cantidad a aplicar.

En la actualidad, y en muchas zonas productoras de Honduras, los niveles de fertilización usados son bajos y por consiguiente la producción está por debajo del potencial productivo alcanzable de este cultivo.

El método más común para determinar la dosificación adecuada, es basándose en experimentos de campo, los cuales después de evaluados, serán una fuente confiable para determinar la función de producción que mejor describa la relación nivel de fertilización-rendimiento. Una vez obtenida la función de producción, mediante procedimientos matemáticos, se determina el nivel óptimo económico de fertilización que proveerá el máximo beneficio.

Por consiguiente en la Escuela Agrícola Panamericana se realizó un ensayo, utilizando un diseño de bloques completamente aleatorizados, con un arreglo factorial de 8×4 (8 tratamientos y 4 repeticiones).

El propósito fue determinar la función de producción a la fertilización nitrogenada del cultivo de melón híbrido HY-MARK. En base a este objetivo, se recopilaron datos de rendimientos de las distintas dosis de fertilización nitrogenada, se evaluaron mediante análisis estadísticos y económicos, y se obtuvieron recomendaciones tanto técnicas como económicas sobre los niveles óptimos de aplicación de nitrógeno.

El análisis estadístico se realizó por medio de la regresión múltiple, basándose en el r^2 se ajustó la función del tipo cuadrático:

$$Y = 20.26125 + 0.09819 N + 1.83119E-04 N^2$$
$$r^2 = 0.93$$

En relación a la función obtenida se encontraron los niveles óptimos físicos y económicos.

- Para máxima producción física: $N = 268.1$ kg/ha
- Para óptima producción económica: $N = 258.22$ kg/ha

Finalmente se hizo un análisis de sensibilidad para determinar como los cambios en los precios de los insumos y de los productos afectan el beneficio.

IX. BIBLIOGRAFIA

- BISHOP, C.E.; TOUSSAINT, W.P. 1982. Introducción al análisis de economía agrícola. Trad. del inglés por M.A. Cuadra. 8 ed. México, D.F., LIMUSA. p 44-55.
- VI COLOQUIO DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA. 1968. Florencia, Italia. Recomendaciones para abonar melones en México. Corresponsal Internacional Agrícola. Berna, Suiza. 9: s.p.
- COOKE, G. W. 1987. Fertilizantes y sus usos. Trad. del inglés por Alonso Blackaller Valdes. México, D.F., CONTINENTAL. 180 p.
- _____. 1982. Fertilizing for maximum yield. 3 ed. New York, ACADEMIC PRESS. V (11):133-169.
- CURRY ZAVALA, P.A. 1989. Evaluación económica de la respuesta de maíz híbrido H-27 a la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforada en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 96 p.
- DONAHUE, R.L.; MILLER R.W.; SHICKLUNA J.C. 1988. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. del inglés por Prentice-Hall Inc. México, D.F., Impresiones Editoriales S.A. p 172-197.
- FAO (Honduras). 1984. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Roma. p. 2-5.
- _____. 1980. Los fertilizantes y su empleo. Roma. 54 p.
- _____. 1972. Honduras: análisis de la situación técnico-económica actual de la agricultura en Honduras. Tegucigalpa, D.C. 125 p.

- GAMBOA, A. 1981. Cantidades de fertilizantes recomendadas en España de acuerdo con análisis de suelos. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. Corresponsal Internacional Agrícola. (5):7.
- GUDIÉL, V. 1987. Manual agrícola superb. 6 ed. Guatemala, MODERNAS. 393 p.
- HEADY, E. 1961. Status and methods of research economic and agronomic aspects of fertilizer response and use. National Academy of Sciences, National Research Council. Washington D.C. s.p.
- HEADY, E.; DILLON, J. 1961. Agricultural production functions. Iowa, ISUPRESS. 595 p.
- LEROY MILLER, R.; MEINERS, R.E. 1986. Intermediate microeconomics. 3 ed. New York, Mc Graw-Hill. p. 231-271.
- LITTLE, T.; HILLS, J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en agricultura. Trad del inglés por María Isabel Siveria de Jaza y Roberto A. Flores Alcantara. México, D.F., TRILLAS. 209 p.
- MONTELARO, J.; JAMINSON, F. 1962. Comercial vegetable fertilization guide. University of Florida, Gainesville. Agricultural Extension Service. 45 p.
- MONTES, A. 1991. Curso de Olericultura I. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. s.n.t.
- MOYLE, S.; WILLIAMS, J.; COUSTON, W. 1962. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Roma, FAO. Programa de fertilización. 54 p.
- MUNSON, R.; DOLL, P. 1959. The economics of fertilizer use in crop production. In advances in agronomy. New York, ACADEMIC PRESS. v(11): 133-169.

- RODRIGUEZ, H.; LAIRD, J. 1977. Comparación de cuatro modelos matemáticos y de un modelo gráfico en la estimación de niveles óptimos económicos de fertilización en el cultivo de sorgo temporal en la zona oeste de El Bajío. En *Agrociencia*. Chapingo México, CP ENA. p 155-176.
- SALVATORE, D. 1988. *Microeconomía*. Trad del inglés por Jesús Villamizar. 2 ed. México, D.F., McGraw-Hill. p 129-138.
- TILSDALE, S. L.; NELSON, W. L. 1987. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. del inglés por Jorge Balasch. México, D.F., UTHEA. 760 p.
- URREA SANTACRUZ, I. 1992. Evaluación de ocho niveles de fertilización con nitrógeno en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) bajo protección. Tesis Ing. Agr., El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 55 p.

X. ANEXOS

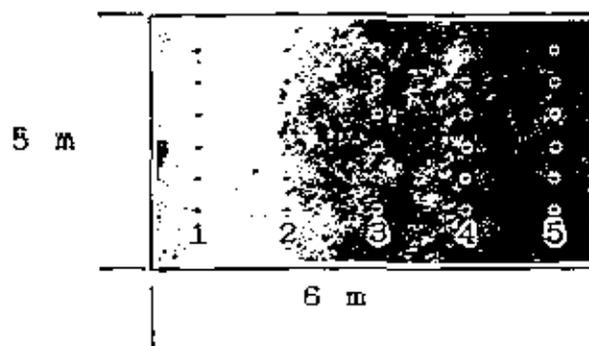
Anexo No.1

Efecto de los niveles de fertilización en el rendimiento del cultivo por cada repetición, en Ton/ha.

Dosis de N Kg/ha.	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rendi- miento Ton/ha.
0	20.12	19.96	19.64	19.56	19.82
50	25.81	25.10	25.05	25.01	25.24
100	29.42	28.94	28.75	28.53	28.91
150	30.90	30.87	30.84	30.80	30.85
200	32.10	31.05	30.75	30.60	31.12
250	32.85	32.61	32.51	32.47	32.61
300	37.92	36.07	34.80	34.50	35.82
350	32.07	30.95	30.80	30.60	31.10

Anexo No. 2

PLANO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL



Distribución de las hileras de plantas en la toma de muestras.

Bordes: 1 y 5

Evaluación de rendimiento: 2 y 4

Toma de muestra foliar: 3