

*Fertilización con Nitrógeno y Manejo de  
Leguminosas de Grano en América Central*

R. Bozán

**CATIE**



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
TURRIALBA, COSTA RICA

1974

Se sugiere redactar la referencia bibliográfica así:

BAZAN, R. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 26 p. 18 ref.

El CATIE es un centro internacional establecido como Asociación Civil, de carácter científico y educacional, constituida entre el IICA, el Gobierno de Costa Rica (1973) y el Gobierno de Panamá (1975) - otras entidades también pueden formar parte de la Asociación, si así lo desean - . Su objetivo es realizar y estimular la investigación y la enseñanza en el campo agrícola.



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales

FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO Y MANEJO DE LEGUMINOSAS  
DE GRANO EN AMÉRICA CENTRAL

Rufo Bazán

Turrialba, Costa Rica

1974

FERTILIZACIÓN CON NITROGENO Y MANEJO DE LEGUMINOSAS  
DE GRANO EN AMERICA CENTRAL

Rufo Bazán \*

ASPECTOS GENERALES

El término leguminosas de grano es muy amplio e involucra varias especies que en diversos países, por su riqueza proteica, constituyen la base de la dieta diaria de un gran porcentaje de la población rural y urbana.

En los países de América Central el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye la especie más difundida con un sinnúmero de variedades de características diversas en cuanto a color, tamaño, forma y valor nutritivo.

Por consiguiente, en el área centroamericana, la sola mención del término leguminosas de grano es poco menos que sinónimo del frijol común, razón por la cual el presente estudio pondrá énfasis en esta especie, sin hacer consideraciones diferenciales en cuanto a variedades. En un área tan amplia como la que se considera, el frijol se cultiva en diversas regiones ecológicas, que van desde la tropical seca y subtropical seca hasta la montana bajo tropical húmedo; por tanto, en muchos casos, el cultivo se efectúa en condiciones de temperatura y precipitación alejadas de las óptimas recomendadas y que son: temperatura entre 18°C y 24°C (máxima crítica 48.8°C y mínima 3°C), precipitación de 300 a 400 mm durante el cultivo (10). Los suelos en el área centroamericana presentan igualmente condiciones muy variables tanto en sus propiedades químicas, físicas y

---

\* Ph.D. Edafólogo, CATIE.

microbiológicas, desde el momento en que en su formación entran en juego factores altamente diferenciados, especialmente de orden climático.

Los suelos de la costa del Pacífico se caracterizan por estar bajo la influencia de un clima caliente-seco y están sujetos a adiciones más recientes de materiales de naturaleza volcánica. Los suelos de la costa Atlántica se encuentran afectados por un clima caliente-húmedo y con menor influencia de materiales volcánicos recientes y con una alta precipitación pluvial anual ( $> 3000$  mm).

### LA INVESTIGACION EN LEGUMINOSAS DE GRANO

#### EN AMERICA CENTRAL

Posiblemente en el ámbito latinoamericano la organización de la investigación en leguminosas de grano en Centroamérica merece digna consideración, pues ésta se realiza bajo una forma de cooperación e intercambio de información y materiales entre los países del área, bajo la dirección del Proyecto Centroamericano de Mejoramiento de la Producción de Frijol y Otras Leguminosas de Grano (PCMPF), que a su vez es una rama del Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) organizado bajo el patrocinio de la Fundación Rockefeller en 1954. Posteriormente, en el año 1965 y hasta el presente, la Dirección Regional de la Zona Norte del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA) se hizo cargo de la coordinación y apoyo técnico del PCMPF.

La investigación en leguminosas de grano, desde su inicio ha tenido como meta el buscar soluciones a los problemas que limitan su producción y aliviar las deficiencias proteicas en la alimentación de la población centroamericana, puesto que entre ellas, el frijol constituye la base de la dieta de gran parte de la población rural y urbana.

## IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL

### EN AMERICA CENTRAL

Para la población centroamericana en general, después del maíz (Zea mays), el frijol constituye el alimento más importante pues forma parte de la dieta de grandes grupos de población de bajos recursos económicos y es para ellos un alimento que les proporciona gran parte de la proteína que de otra manera es difícil de obtener, aproximadamente el 33% de la proteína consumida es proporcionada por el frijol.

Datos estadísticos proporcionados por SIECA\* (18) para el período 1965-69 (Cuadro 1, Fig. 1) muestran que la producción de frijol en el área tiene una tendencia a incrementar de 158,4 TM en 1965 a un total de 183,4 TM en 1969. En términos de superficie cultivada se observa en el Cuadro 2, Fig. 1, que en el área hubo un incremento de 310,8 miles de hectáreas en 1965 a 328,9 miles de hectáreas equivalentes a aproximadamente 1,4% de incremento anual.

Con base en la anterior información se deduce que los rendimientos unitarios (Cuadro 3, Fig. 1) se mantuvieron bastante uniformes, 510 Kg/ha en 1965 y 558 Kg/ha en 1969. En general se aprecia que El Salvador aparece como el país que muestra evidente progreso en términos de producción total y rendimiento por hectárea, una vez que la superficie cultivada se mantuvo más o menos uniforme. El caso de Costa Rica llama la atención por sus bajos rendimientos unitarios, que inciden palpablemente en una baja producción por hectárea.

La disponibilidad neta de frijol, Cuadro 4, es de aproximadamente 11 Kg per cápita por año, que comparada con los requerimientos mínimos recomendados por INCAP (Instituto de Nutrición para Centroamérica y

---

\* Secretaría de Integración Económica Centroamericana.

Panamá) que son de 20,4 Kg per cápita por año, resulta en un déficit de aproximadamente 9,4 Kg per cápita por año. Estas cifras muestran que, salvo el caso de Nicaragua cuya disponibilidad está próxima a la recomendada, todos los otros países parecen encontrarse en una situación crítica donde los niveles de disponibilidad per cápita sólo cubren entre el 35% y el 55% del consumo deseable.

Cuadro 1. Producción de frijol en Centroamérica 1965-69 (miles de TM)

País	1965	1966	1967	1968	1969	$\bar{X}$
Costa Rica	12.9	7.1	4.2	6.0	9.3	7.9
Nicaragua	39.0	42.0	44.0	44.0	47.7	35.3
El Salvador	16.5	15.5	17.5	21.3	26.2	19.4
Honduras	40.0	41.4	42.9	44.5	47.7	43.3
Guatemala	50.0	44.0	46.0	65.6	55.5	52.2
<b>Total</b>	<b>158.4</b>	<b>150.0</b>	<b>154.6</b>	<b>181.4</b>	<b>184.4</b>	<b>165.8</b>

Cuadro 2. Superficie cosechada de frijol 1965-69 (miles de hectáreas)

País	1965	1966	1967	1968	1969	$\bar{X}$
Costa Rica	35.3	19.3	11.6	16.2	15.2	21.5
Nicaragua	52.0	56.0	68.0	57.6	59.2	58.6
El Salvador	23.5	26.4	28.4	31.7	32.8	28.6
Honduras	57.0	64.7	65.9	67.1	72.9	65.5
Guatemala	143.0	126.0	144.0	152.0	138.8	140.8
<b>Total</b>	<b>310.8</b>	<b>292.4</b>	<b>307.9</b>	<b>324.6</b>	<b>328.9</b>	<b>312.9</b>

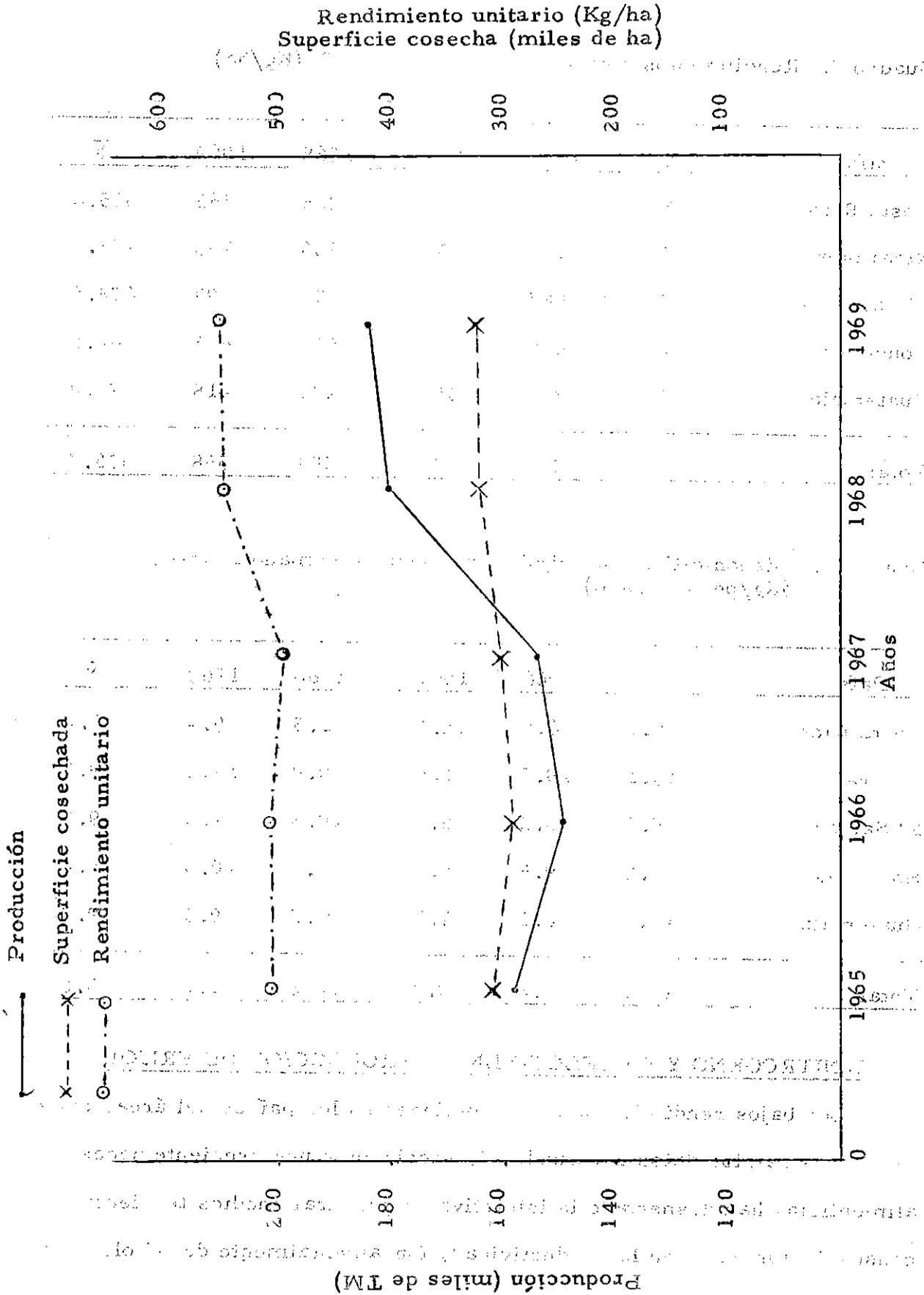


Fig. 1. Producción, superficie cosechada y rendimiento unitario de frijol 1965-1969

Cuadro 3. Rendimientos unitarios de frijol 1965-69 (Kg/ha)

País	1965	1966	1967	1968	1969	$\bar{X}$
Costa Rica	366	366	366	365	365	365.6
Nicaragua	750	750	758	766	753	755.4
El Salvador	702	587	616	671	798	674.8
Honduras	702	640	650	663	663	662.6
Guatemala	350	349	319	421	418	373.4
Total	510	510	500	554	558	526.4

Cuadro 4. Disponibilidad de frijol para consumo humano 1965-69 (Kg/persona/año)

País	1965	1966	1967	1968	1969	$\bar{X}$
Costa Rica	9.0	6.9	14.1	11.5	9.4	10.2
Nicaragua	19.1	19.5	21.0	19.0	18.9	19.5
El Salvador	10.5	8.3	8.4	10.3	7.3	9.0
Honduras	6.8	9.5	9.0	6.5	10.3	8.4
Guatemala	10.0	8.1	7.7	11.5	9.3	9.3
Total	10.7	9.8	9.8	12.8	11.1	10.8

#### EL NITROGENO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCION DE FRIJOL

Los bajos rendimientos que se obtienen en los países del área, como lo demuestran los datos del Cuadro 3, asociados a una creciente necesidad alimenticia, han despertado la iniciativa de procurar medios tendientes a conseguir aumentos en la productividad, fundamentalmente de frijol. En

algunos países (Cuadro 1) el aparente aumento conseguido en la producción, por ejemplo El Salvador, se debe a aumentos en área cosechada antes que a incremento en el rendimiento por área.

Es evidente que bajo un manejo adecuado, el uso de fertilizantes constituye la práctica agrícola que permite obtener mayores incrementos por área de cultivo y aparentemente en la región centroamericana ésta no es una práctica muy difundida. Especialistas del PCCMCA\* afirman que "más del 90% de la superficie dedicada al cultivo del frijol no se fertiliza". No sería exagerado agregar que del 10% del área fertilizada, en un gran porcentaje no se hace un uso adecuado del fertilizante en términos de dosificación y técnicas de aplicación, además de una caracterización adecuada de los suelos.

La investigación de la relación fertilizante-rendimiento de frijol en Centroamérica, a juzgar por los datos contenidos en los informes del PCCMCA es muy limitada, posiblemente debido a que la experimentación en el área ha estado orientada, primero a aspectos de mejoramiento genético, segundo a aspectos de enfermedades y plagas y tercero a uso de fertilizantes.

Consecuentemente, el número de ensayos relacionados con fertilizantes, distribuidos por país en el período 1966-1971 es relativamente bajo (13), con un total de 112 ensayos:

Costa Rica	12
Nicaragua	16
El Salvador	31
Honduras	27
Guatemala	26
<b>Total</b>	<b>112</b>

\* Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios.

En su generalidad las informaciones existentes se refieren a ensayos NPK, con niveles de nitrógeno entre 0 y 200 Kg N/ha, fósforo entre 0 y 400 Kg  $P_2O_5$ /ha, y potasio 0 a 200 Kg  $K_2O$ /ha.

Los resultados obtenidos muestran una gran variabilidad, posiblemente debido a diferencias en condiciones ecológicas (clima y suelo), variedades seleccionadas y manejo experimental. Excepto casos aislados, los rendimientos obtenidos a nivel experimental supera en un 100 a 200% los rendimientos obtenidos a nivel "comercial".

A su vez los resultados experimentales demuestran que las respuestas a nitrógeno son muy variables, al fósforo son generalmente significativas, al potasio son poco comunes. Consecuentemente, en Centroamérica predomina la tendencia a utilizar mezclas fertilizantes con concentraciones medias a bajas en nitrógeno, altas en fósforo y sin potasio, siendo las más comunes: 12-34-0, 19-27-0, 19-19-0, 18-46-0, 20-20-0 y otros similares, en dosificaciones que permitan aplicar hasta 100 Kg N/ha, 300 Kg  $P_2O_5$ /ha, y 0 Kg  $K_2O$ /ha. Los datos contenidos en el Cuadro 5 muestran claramente esta tendencia.

La información experimental adicional referente a condiciones de clima y suelo predominantes en el área experimental es escueta en la generalidad de los casos y no permite generar conclusiones valederas sobre cuáles pueden ser las causas que influyen en las respuestas variables a nitrógeno. Sin embargo, dichas respuestas obtenidas podrían ser consideradas como alejadas de las respuestas esperadas, si consideramos que las necesidades del frijol son altas para nitrógeno, comparadas con las de fósforo y potasio. Según Fassbender (5) dichas necesidades se ajustan a la siguiente relación: 1:0,22:0,70, N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente,

Cuadro 5. Dosificación de fertilizantes, recomendados por país

País	Autor	Año	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O
Costa Rica	Echeverría	1960	100	140	0	1:1,4:0
	Chacón, M.E.	1961	100	150	0	1:1,5:0
	Iglesias P., G.E.	1964	50-100	140	0	1:1,4:0
	Anónimo	1965	45	45	45	1:1:0
	Lizárraga H.	1966	45	90	45	1:2:1
	Anónimo	1969	12	33	0	1:2,75:0
	Anónimo	1969	19	27	0	1:1,4:0
	Anónimo	1969	19	19	0	1:1:0
Nicaragua	Rodríguez M. & Rodríguez L.	1967	45	90	0	1:2:0
	Rodríguez M.	1968	22,5	45-90	0	1:2-4:0
	Anónimo	1969	12	24	12	1:2:1
	Anónimo	1969	18	46	0	1:2,5:0
El Salvador	Anónimo	1956	40	0	0	1:0:0
	Anónimo	1958	33	0	0	1:0:0
	Lizárraga H.	1966	45	90	45	1:2:1
	Anónimo	1969	20	20	0	1:1:1
	Salazar, J.R.	1970	40	40	0	1:1:0
Honduras	Lizárraga H.	1966	45	90	45	1:2:1
Guatemala	Lizárraga H.	1966	45	90	45	1:2:1
	Masaya, P.	1968	40	40	0	1:1:0

Otros estudios en condiciones de cultivo en solución hidropónica (6, 9) confirman la alta capacidad de absorción de N por la planta de frijol, en comparación con otros nutrimentos.

Una de las razones que podrían explicar las bajas respuestas a aplicaciones de fertilizante nitrogenado en condiciones de campo, en el área centroamericana, sería suponer que siendo el frijol una leguminosa, estaría en capacidad de fijar N atmosférico para su propio consumo. Sin embargo, experimentos realizados en Costa Rica (4, 7, 14) demuestran que la inoculación de semillas de frijol con bacterias nitrificantes (*Nitragina D*) es ineficaz; más aún, en muchos casos la adición de fertilizantes nitrogenados y de inóculo tienden a disminuir el número de nódulos en las raíces de la planta. Sin embargo, Salinas (16) trabajando con soya (*Glycine max*) en condiciones de invernadero, indica que la práctica combinada de inoculación con "Nitragin" (4 g/Kg de semilla) y fertilización nitrogenada (62 Kg N/ha) es necesaria para obtener óptimos rendimientos. No hizo observaciones sobre efectos en la nodulación.

Observaciones efectuadas por Bazán (1) en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) muestran que:

1. En las condiciones de suelo y clima del área del CATIE, la planta de frijol (var. 27-R y Turrialba-4) muestra una capacidad irregular de nodulación, tanto en número como en tamaño de nódulos. No se han efectuado estudios específicos en nodulación y fijación de N por leguminosas de grano.
2. Siendo el frijol una especie de relativamente corto ciclo vegetativo (3-3½ meses) es posible que, aunque la planta muestra cierta capacidad de nodulación, lo cual a su vez podría indicar condiciones

favorables para un autoabastecimiento de nitrógeno por fijación simbiótica, éste no sería suficiente para suplir la demanda del cultivo, más aún si se tiene en cuenta que ésta es mayor en los primeros 30-40 días de edad de la planta.

3. La planta de frijol parece responder positivamente a aplicaciones crecientes de fertilizantes nitrogenados, aunque los resultados no pueden ser considerados como concluyentes.

Con relación a este último aspecto, investigaciones realizadas en el CATIE durante los años 1971-72 y 1972-73 dan evidencia sobre la capacidad de respuesta a niveles crecientes de fertilizante nitrogenado (1).

Los resultados obtenidos, Figuras 2, 3 y 4, muestran tendencias que en el período 1971-72 indican que el nivel más alto aplicado (130 Kg/ha) no cubre la total capacidad del cultivo, a pesar de que el incremento obtenido entre ese nivel y el testigo es de un 8%. Los resultados obtenidos en el período 1972-73 dan evidencia de esa posibilidad, puesto que el incremento en rendimiento al aplicar 650 Kg/ha fue de un 29%, comparado con el testigo. Sin embargo, aplicaciones mayores a 400 Kg N/ha podrían ser perjudiciales para el cultivo, como se manifiesta en las Figuras 2 y 3.

Es posible especular en sentido de que la ocurrencia de una época seca prolongada durante la mayor parte del ciclo vegetativo del cultivo en el período 1972-73 pudo incidir para que los rendimientos fueran relativamente bajos, por disminución de la eficiencia del fertilizante aplicado ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - 33,5%).

En el área centroamericana la respuesta de frijol a aplicaciones de nitrógeno se ve incrementada en presencia de fósforo y, por el contrario, adiciones de fertilizante potásico tienden a ser perjudiciales (12). Características de suelo, i. e., altos o medianamente altos en N total (0,3-0,2%),

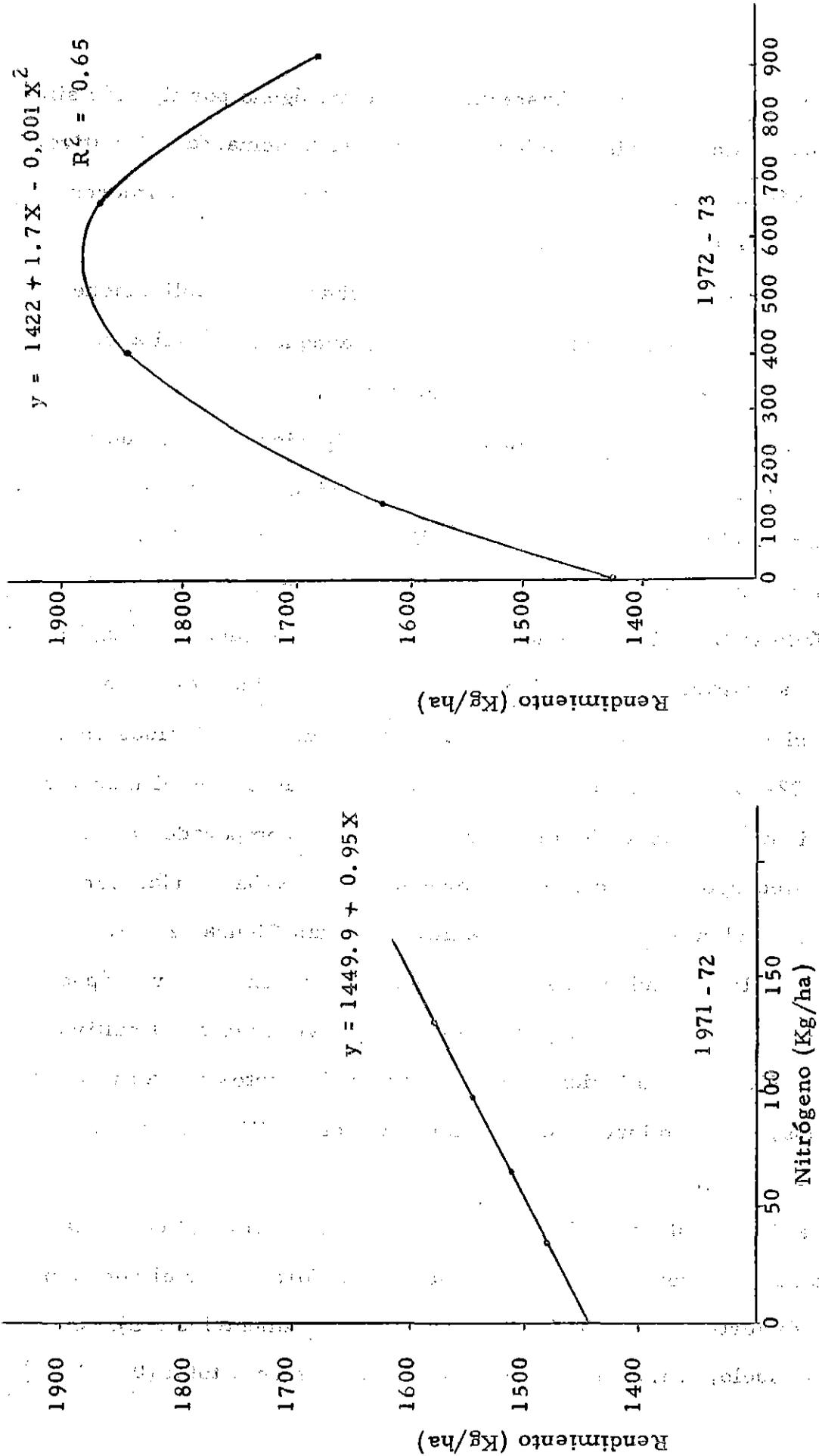


Fig. 2 y 3. Efecto de niveles de N en el rendimiento de frijol.

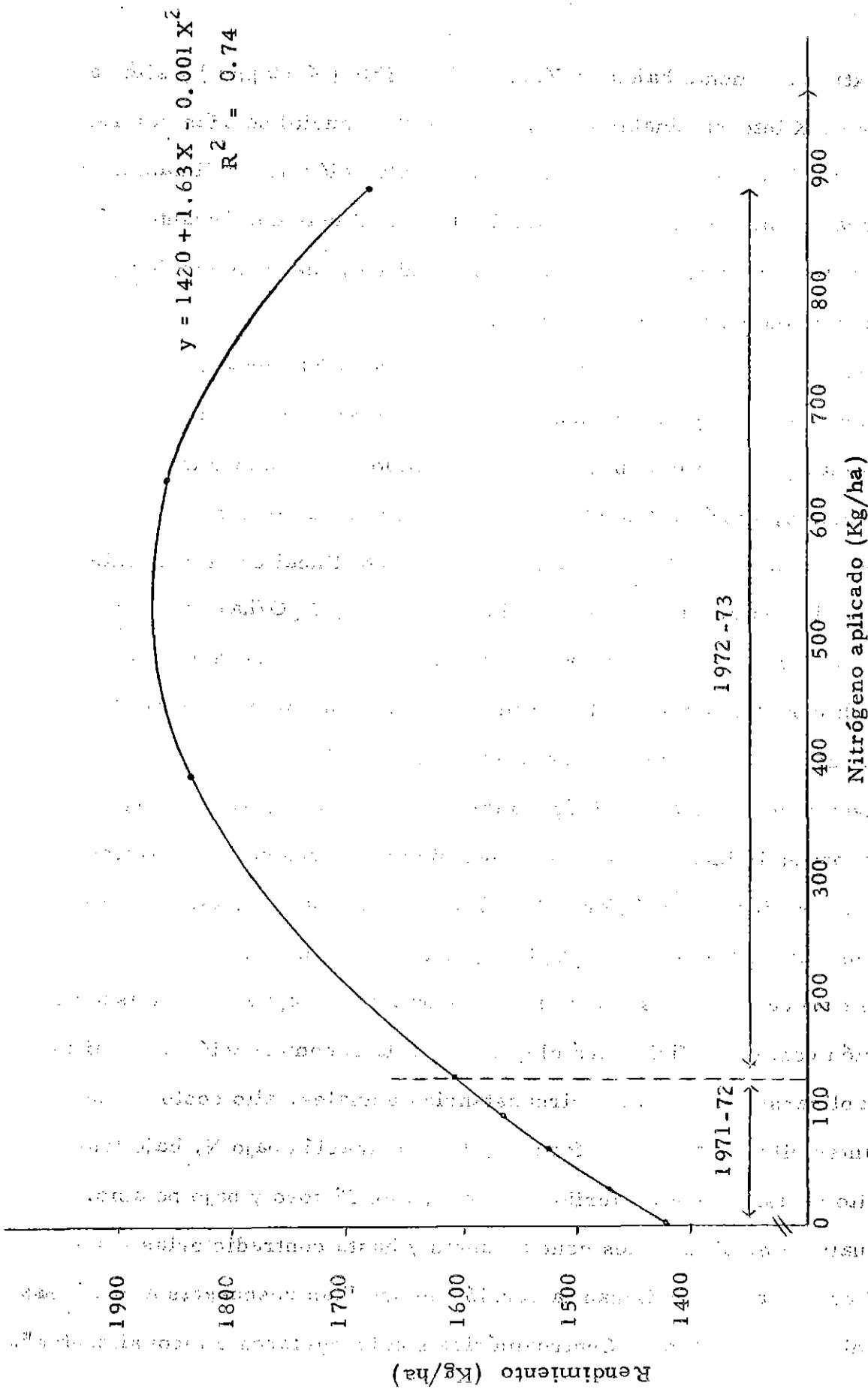


Fig. 4. Efecto de nitrógeno en rendimiento de frijol (1971-1973)

bajos a extremadamente bajos en fósforo disponible ( $< 10$  ppm) y altos a muy altos en K intercambiable ( $> 0,35$  meq/100 g suelo) podrían ser responsables por las respuestas detectadas a la aplicación de fertilizantes en suelos para frijol. Sin embargo, Martini (8) manifiesta que "cuanto más N y P se aplique al suelo y más intensivo el cultivo, mayores son las probabilidades de obtener respuestas a K".

A este respecto, resultados obtenidos en el CATIE muestran que el criterio de que "el frijol no responde a la aplicación de K" no puede ser generalizada, ya que ello depende de las condiciones del experimento.

En efecto, Bazán (2) en el CATIE encontró que a niveles bajos de N y P (62 Kg N y 83 Kg  $P_2O_5$ /ha) hubo un incremento lineal en el rendimiento de frijol a niveles crecientes de potasio (34 a 276 Kg  $K_2O$ /ha) en el orden de 5,5 Kg de grano seco por cada kilogramo de potasio agregado al suelo (Fig. 5-a); por el contrario, el decremento en el rendimiento fue de 0,9 y 1,6 Kg de grano seco por cada kilogramo de N y de P agregado al suelo.

Niveles crecientes de nitrógeno (68 a 718 Kg N/ha), sin embargo, tienden a producir incremento en el rendimiento en presencia de niveles igualmente crecientes de fósforo (83 a 957 Kg  $P_2O_5$ /ha) y niveles decrecientes de potasio (276-34 Kg  $K_2O$ /ha) (Fig. 5-b, c, d, e).

En este caso, de resultados tan diametralmente opuestos, el aspecto de relación costo/beneficio será el que decida la recomendación de fertilizante a aplicarse; que bajo las circunstancias actuales, alto costo de los fertilizantes nitrogenados y fosforados, la combinación bajo N, bajo fósforo y alto potasio sería preferible a alto N, alto fósforo y bajo potasio.

Igualmente, situaciones contrastantes y hasta contradictorias como las aquí presentadas confirman la versión de que "las respuestas a nitrógeno en leguminosas de grano en Centroamérica son irregulares e inconsistentes".

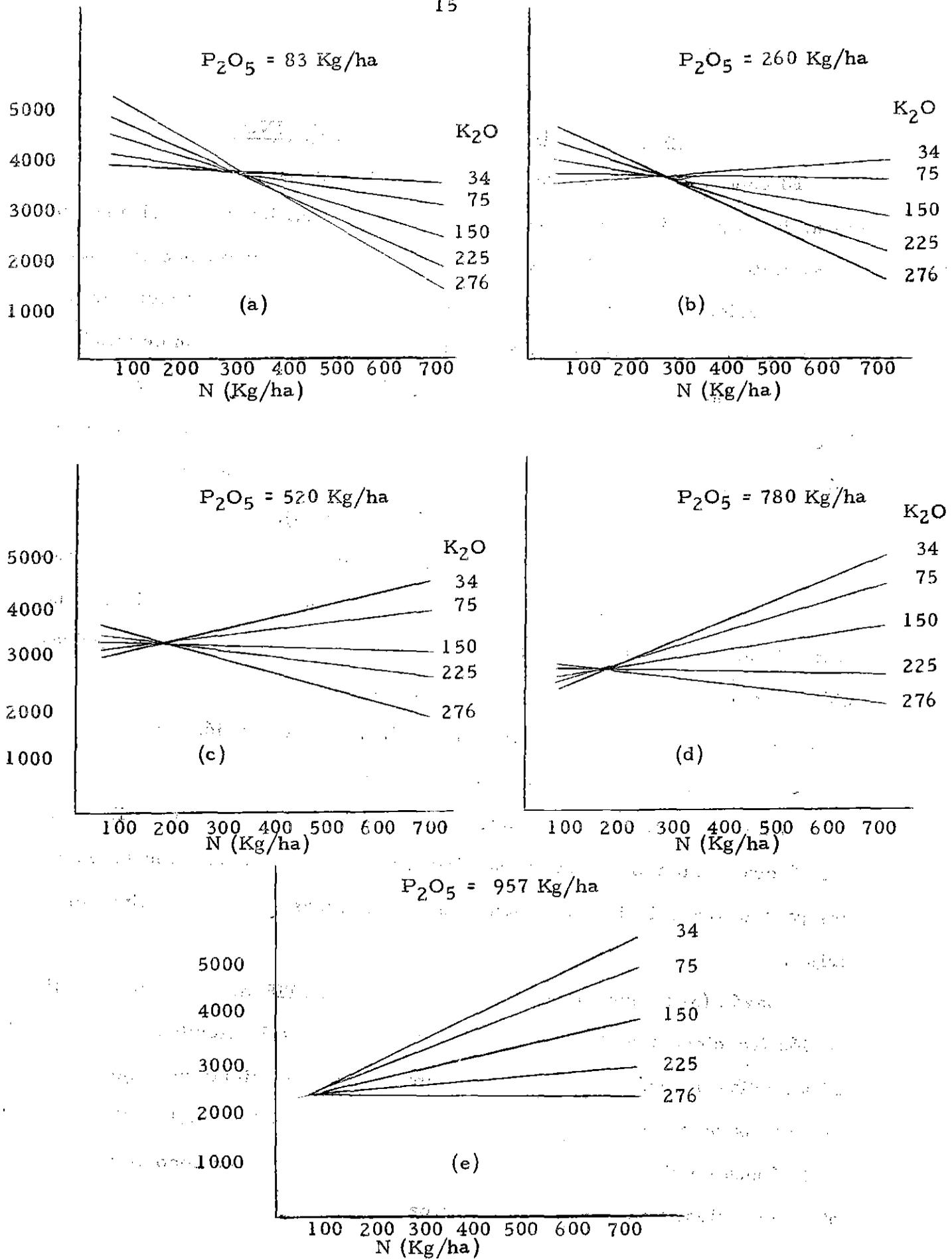


Fig. 5. Efecto de niveles de N, P y K en el rendimiento de frijol.

## EL NITROGENO Y EL MANEJO DE LEGUMINOSAS

El conocimiento de los hábitos de crecimiento de una planta proporcionan la mejor guía para un uso adecuado de los fertilizantes en el manejo de los cultivos. Masaya (9) y Furlan (6) en el CATIE, trabajando con plantas en solución nutritiva, indican que la edad de 30 a 45 días parece ser la de mayor actividad de la planta en lo que se refiere a absorción de nutrientes, destacando el N, P, K y Ca (Fig. 6); esa edad corresponde a la época de floración de la planta a inicio de formación del grano. La absorción de N en los primeros 12 días de edad (6 ppm) fue aproximadamente un 5% de la detectada en el período 34-40 días (141 ppm).

Estos resultados sugieren que aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en condiciones de campo, al tiempo de siembra, podrían incidir en una baja eficiencia del fertilizante, causada fundamentalmente por la no utilización inmediata por la planta y consecuente predisposición a pérdidas por cualquiera de los mecanismos conocidos, i.e., volatilización, lixiviación, etc., si las condiciones ambientales son adecuadas para tal efecto.

En Centroamérica, la práctica usual es de aplicación del fertilizante a la época de siembra y, sin duda, ésta es una de las razones fundamentales para la irregularidad encontrada en sus respuestas por el cultivo del frijol.

Bazán (3) en experiencias de campo en el CATIE muestra que la aplicación fraccionada de fertilizante nitrogenado, 50% a la siembra y 50% 15 a 20 días después de la siembra, aumentó el rendimiento de frijol en 10% comparado con el producido con la aplicación del 100% del fertilizante en la época de siembra (65 Kg N/ha) (Fig. 7). No se tiene conocimiento de otras experiencias similares en Centroamérica.

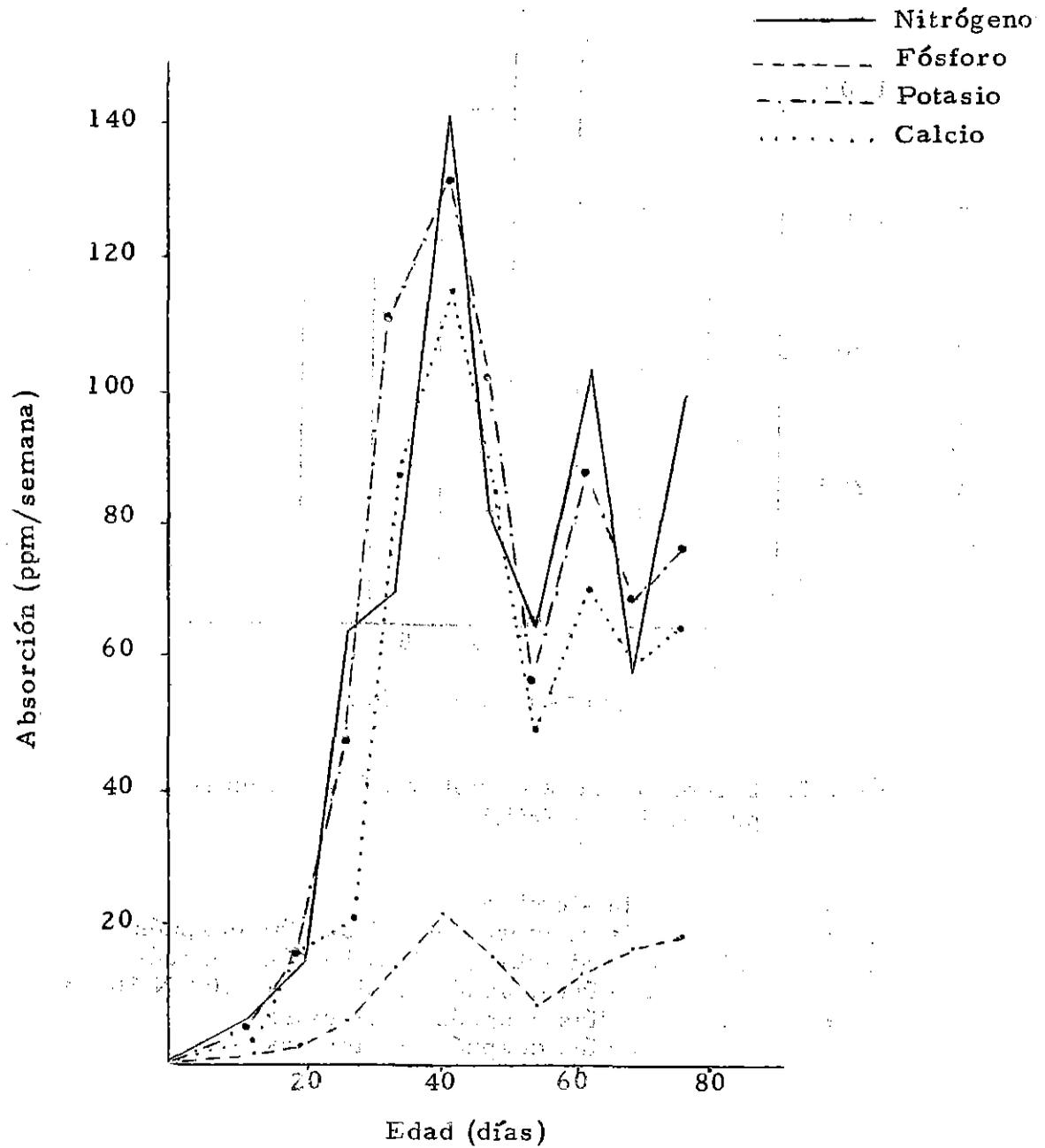


Fig. 6. Absorción de nutrimentos N, P, K, Ca (Masaya, P. Tesis Mag. Sci., 1971)

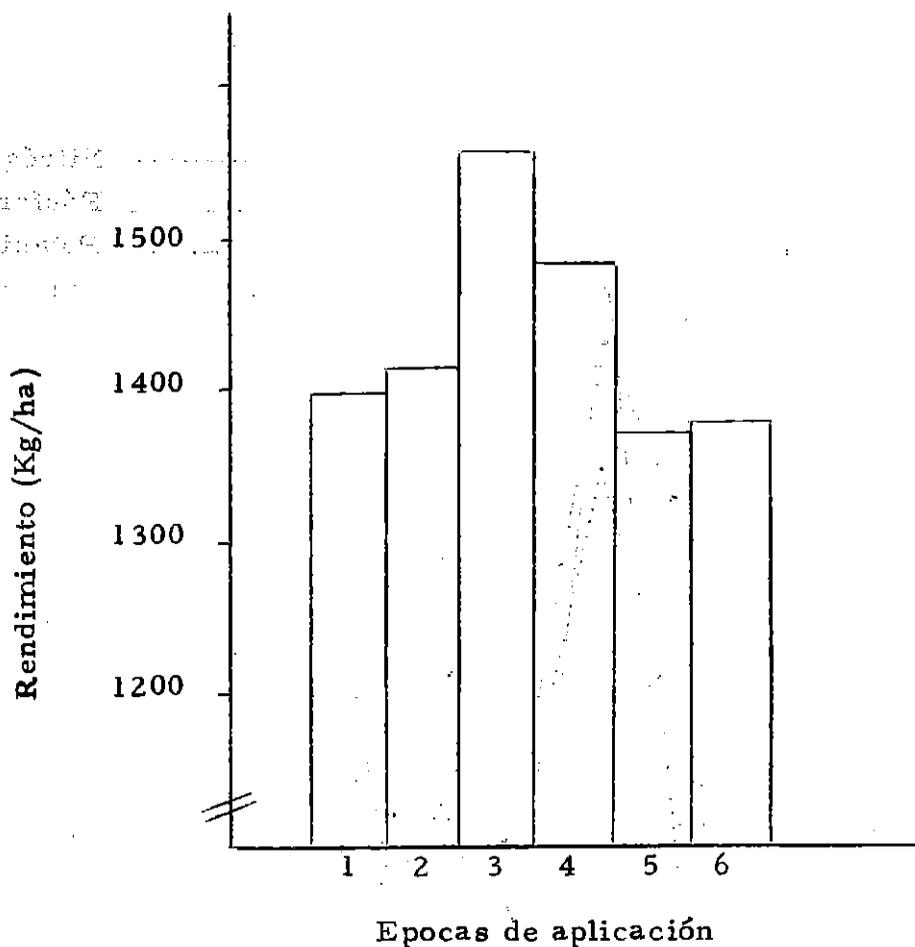


Fig. 7. Efecto de época de aplicación de N en la producción de frijol

- 1 = 100% N a la siembra
- 2 = 50% N a la siembra, 50% N 30 días después
- 3 = 50% N a la siembra, 50% N 15 días después
- 4 = 50% N 15 días después de siembra, 50% N 30 días después
- 5 = 100% N 15 días después de siembra
- 6 = 100% N 30 días después de siembra

El manejo de leguminosas de grano en general es, posiblemente, uno de los aspectos fundamentales a ser considerados en todo programa de desarrollo de tecnologías con miras al cultivo de frijol.

En Centroamérica, desde el punto de vista de manejo, el cultivo de frijol puede considerarse en dos categorías que, a su vez, comprenden modalidades con diverso grado de tecnología:

1. Cultivo solo
  - a. Tecnología rudimentaria
  - b. Tecnología intermedia
  - c. Tecnología avanzada
2. Cultivo asociado
  - a. Tecnología intermedia
  - b. Tecnología avanzada

#### Cultivo solo

Esta forma de cultivo lleva diversos grados de tecnología, siendo el frijol "tapado" la técnica practicada por el pequeño agricultor y caracterizada por una baja alteración del medio; la siembra es al voleo directamente en el monte, descuidando por lo general otras prácticas culturales.

La aplicación de prácticas culturales mínimas, como siembra con "espeque", sin preparación previa del terreno, da lugar al cultivo con tecnología intermedia. La aplicación de prácticas culturales, además de selección de semilla, uso de fertilizante, etc., constituye el cultivo de tecnología avanzada.

#### Cultivo asociado

En este tipo de cultivo el grado de tecnología aplicada también define el carácter del mismo. Entre los cultivos con los cuales normalmente asocian al frijol se tiene maíz, sorgo, tabaco y café.

En el presente caso, todo parece indicar que los avances conseguidos en la tecnología del cultivo de frijol se encuentran dirigidos hacia el tipo de cultivo solo con tecnología avanzada; sin embargo, en la realidad, el productor de frijol en Centroamérica presenta características de pequeño agricultor que en sus cultivos aplica prácticas rudimentarias a semi-tecnificadas; posee baja capacidad de endeudamiento y en general tiene un bajo nivel de vida. En este tipo de agricultor, el impacto de los avances de la investigación ha sido bajo o nulo.

En este sentido, es un caso típico el del agricultor centroamericano dedicado al cultivo del frijol. Informes del PCCMCA (15) indican que en la mayoría de los países centroamericanos el cultivo del frijol está localizado preferentemente en propiedades pequeñas a medianas, las cuales usan casi en su totalidad métodos de cultivo tradicionales. En Guatemala (15) el tamaño medio en que se produce la mayor parte de la producción nacional de frijol es de 1,7 hectáreas.

Además, cifras estadísticas muestran que el frijol es sembrado, las más de las veces, en forma asociada con maíz u otro cultivo; aproximadamente un 61,9% del área sembrada en Guatemala corresponde a frijol asociado. En El Salvador (17), en 1971, de 39.000 hectáreas cultivadas con frijol, 15.000 hectáreas correspondían a asociaciones con maíz u otro cultivo. El panorama podría generalizarse para el área centroamericana; en efecto, datos censales muestran que más del 50% de la población de los países centroamericanos se encuentra en el sector rural y la gran mayoría de los agricultores poseen pequeñas unidades de producción, 5 hectáreas o menos. (Cuadro 6). Se ha hecho mención que el maíz y el frijol, en

Cuadro 6. Unidades de producción en América Central

País	Grupo convencional		Superficie ha %	No. de fincas %	Estimados a 1972	
	Finca	Tamaño ha			Superficie total ha	N° total fincas
Guatemala	Pequeña	0-5	14.60	80.33		
	Mediana	5-20	14.96	14.61		
	Grande	> 20	70.44	5.06		
					3.893.178,7	463.251
El Salvador	Pequeña	0-5	15.64	85.19		
	Mediana	5-20	13.67	9.92		
	Grande	> 20	70.69	4.89		
					1.878.014,1	251.854
Honduras	Pequeña	0-5	9.79	59.98		
	Mediana	5-20	18.40	27.32		
	Grande	> 20	71.81	13.70		
					2.735.333,3	197.968
Nicaragua	Pequeña	0-5	3.12	42.06		
	Mediana	5-20	5.86	25.88		
	Grande	> 20	91.02	32.06		
					4.315.463,6	113.443
Costa Rica	Pequeña	0-5	2.18	45.75		
	Mediana	5-20	7.38	24.92		
	Grande	> 20	90.44	29.33		
					3.020.068,2	108.549
					15.842.057,9	1.135.065

Centroamérica son los cultivos de mayor difusión. Un estudio (17) de la capacidad de generar mano de obra por los diferentes cultivos, con base en el número de unidades de producción y luego, el tamaño de las mismas, demuestran que efectivamente el maíz y el frijol son dos de los mayores generadores de mano de obra (rangos 1 y 3, respectivamente, Cuadro 7), ocupando el café el segundo lugar, después del maíz; estos datos indicarían que el frijol y el maíz pueden ser considerados como los cultivos más comunes adaptados a fincas pequeñas, en forma separada o en asociaciones.

La consideración de estos hechos podría movernos a pensar que gran parte de nuestros esfuerzos de investigación en aspectos relacionados con el uso de nitrógeno y de fertilizantes en general en el manejo de leguminosas están siendo encaminados hacia técnicas de producción que, bajo las circunstancias actuales, no tienen mayor impacto en aquel tipo de productor que constituye el principal contribuyente en la producción de frijol de los países. Por consiguiente, debería practicarse una cierta reorientación de nuestra investigación hacia la búsqueda de sistemas de producción que permitan la utilización equilibrada de los recursos más abundantes al alcance del agricultor, además del control de los factores más críticos que limitan la producción.

Según Páez (11), "bajo el enfoque actual y tradicionalista de la investigación físico-biológica, la tendencia es que las recomendaciones que se derivan de los ensayos individuales son traducidos en "paquetitos tecnológicos" que a juicio de cada investigador constituye lo óptimo. Luego, se efectúa la suma aritmética de "paquetitos" obtenidos bajo las más diversas circunstancias y condiciones para producir un frondoso "paquete tecnológico" que se lanza al mercado consumidor, con la consiguiente reacción del

**Cuadro 7. Importancia relativa de los principales cultivos como generadores de trabajo en el sector rural de América Central**

Cultivo	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Promedio	Rango
Maíz	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1
Café	2.0	2.5	2.5	4.0	2.0	3.0	2
Frijol	2.5	3.5	2.5	4.0	4.0	3.6	3
Musas	8.5	4.5	4.5	3.0	6.5	4.8	4
Arroz	8.0	5.5	7.0	7.0	4.0	5.5	5
Sorgo	6.5	7.0	4.5	5.0	-	5.7	6
Caña de azúcar	6.5	6.5	6.0	8.0	6.5	6.7	7
Frutales	5.0	9.0	11.5	7.0	6.0	7.4	8
Tubérculos	7.0	-	8.0	9.0	8.5	7.5	9
Algodón	4.0	7.0	9.5	6.0	13.0	7.9	10
Trigo	4.5	15.0	11.5	-	-	10.3	11
Caçao	13.5	14.5	-	11.5	7.0	11.1	12
Hortalizas	11.5	-	10.0	12.5	12.0	11.2	13
Tabaco	12.0	12.0	9.0	14.5	11.0	11.5	14
Henequén	13.0	9.0	-	13.5	-	11.8	15
Palma africana	-	-	-	-	12.0	12.0	16
Ajonjolí	14.0	12.0	13.5	10.0	15.0	12.7	17
Otros cultivos	-	10.0	-	15.5	-	12.7	18
Cabuya	-	-	-	-	13.0	13.0	19
Maní	14.0	14.0	14.5	16.0	14.0	14.5	20

- Sin información.

usuario, por la ineffectividad del paquete recomendado y por su costo prohibitivo, que no guarda simetría con los beneficios generales a nivel de unidad de producción y todavía guarda menos relación con la realidad imperante. Quiere decir que, en las ciencias biológicas la suma aritmética de paquetes no es igual a un paquete tecnológico grande que pueda lanzarse al usuario como una receta para aliviar su problema, puesto que muchas veces los paquetes grandes contienen componentes de lujo y no necesariamente el ingrediente fundamental o factor crítico". Se hace evidente que en el caso de las leguminosas de grano se requiere de investigación tendiente a la consideración de este cultivo como parte integral de un sistema de producción.

En el área centroamericana, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza ha tomado la iniciativa al comenzar un experimento de campo dentro de su Proyecto de Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico\*.

En este experimento se investigan 54 tratamientos principales que en sí, cada uno representa un sistema diferente. Entre los cultivos seleccionados para el experimento, el frijol como representativo de las leguminosas de grano, participa en diversos grados de asociación con maíz, arroz, camote y yuca.

Se trata de un nuevo concepto de investigación de tipo integral e interdisciplinario, que sacrifica la tendencia tradicional de investigación por producto y por disciplina, con las ventajas que significa el mantener una uniformidad de criterio en las apreciaciones de efecto de los tratamientos

---

\* Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Proyecto. CATIE, Enero 1974.

manejo uniforme, homogeneidad de las informaciones, etc., que finalmente serán evaluadas con criterio agronómico, económico y social.

-6-

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BAZAN, R. Efecto de niveles crecientes de nitrógeno en el rendimiento de frijol. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1973. (En preparación)
2. BAZAN, R. Las relaciones N, P y K en el rendimiento de frijol. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1973. (En preparación)
3. BAZAN, R. Efecto de épocas de aplicación de fertilizante nitrogenado en el rendimiento de frijol. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1973. (En preparación)
4. CHACON, M.E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación de frijoles. Tesis de grado. Universidad de Costa Rica, 1961.
5. FASSBENDER, H.W. La fertilización del frijol (Phaseolus sp.). Turrialba 17(1):46-52. 1967.
6. FURLAN Jr., J. Comunicación personal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 1974.
7. IGLESIAS P., G.E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación. In Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 5a., Buenos Aires, INTA, 1962. v.2.
8. MARTINI, J.A. Guía para la investigación en el abonamiento del frijol para el PCCMCA. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1968. Publ. Misc. 53.
9. MASAYA S., P. Estudio de la absorción de nutrimentos y crecimiento de raíces en la planta de frijol (P. vulgaris L. var Turrialba-4). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971.
10. MONTOYA M., J.M. Zonas ecológicas para frijol en América Central, una metodología. In Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en Frijol y Otras Leguminosas de Grano para América Central. Turrialba, Costa Rica, 1969. pp. 26-34.

11. PAEZ, G. Modelo de experimento en cadena para la investigación físico-biológica. In Seminario Regional sobre Aspectos Socio-Económicos de la Investigación Agrícola, Abril 10-13, 1973, Maracay, Venezuela. Maracay, IICA, 1973.
12. PESSOA, C.O. y HERNANDEZ, B.F. Fertilización y producción de frijol en Parrita, Costa Rica, 1968. In Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, Frijol. XV Reunión, San Salvador, El Salvador, 1969.
13. PINCHINAT, A. Ensayos extensivos de fertilizantes en Centroamérica, 1966-1968 en frijol. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, Publ. Misc. 58.
14. QUIRCE, C. Ensayo de fertilización NPKCa e inoculación de frijoles. Tesis de grado. Universidad de Costa Rica, 1960.
15. REUNION TECNICA sobre Programación de Investigación y extensión en frijol y otras leguminosas de grano para América Central. Turrialba, Costa Rica, 1969. v.1.
16. SALINAS C., J.G. Efectos de la inoculación y la fertilización nitrogenada sobre la producción de soya (*Glycine max* (L) Merrill). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973.
17. SEMINARIO SOBRE SISTEMAS de Producción Agrícola. Propuesta. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1973.
18. SIECA. Algunos aspectos de la situación del frijol en Centroamérica, 1965-1969. In Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA, XVII Reunión Anual, Panamá, 1971. pp. 1-7.

R. Bazán/iss  
7 Febrero 1974