

## FACTORES A CONSIDERAR EN LA SUPLEMENTACION DE DIETAS RURALES CON MEZCLAS RICAS EN PROTEINA

Dr. Miguel A. Guzmán

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá  
Guatemala, C. A.

La suplementación de dietas rurales con mezclas ricas en proteína presenta problemas de índole especial debido a la multiplicidad de interrelaciones que existen entre la nutrición y diversos factores. Sin embargo, a menudo se insiste en que ajeno a las pruebas usuales de laboratorio, es necesario hacer, además, una demostración de la efectividad de la suplementación en el propio terreno. Por esta razón, un programa de suplementación de dietas rurales a menudo debe estructurarse por etapas, pasando del laboratorio a ensayos piloto diseñados para obtener información de utilidad que permita la implementación efectiva de una logística operacional adecuada en el campo. Al mismo tiempo, a través de estos ensayos se espera lograr una confirmación práctica de la efectividad demostrada ya en el laboratorio.

En un trabajo anterior (1) consideramos aspectos generales relacionados con el diseño y la realización de pruebas de campo para evaluar los efectos de la suplementación de dietas. En esta ocasión analizaremos con algún detalle, los factores relativos a la selección de una población adecuada, y de medidas cuantitativas apropiadas para la evaluación de resultados, haciendo énfasis en la necesidad imprescindible de uniformar y estandarizar las técnicas y procedimientos de trabajo.

Nos concretaremos, en el presente caso, a considerar algunos factores relacionados con el suplemento en sí, que son de fundamental importancia para lograr resultados útiles y prácticos en la ejecución de pruebas de campo. Para el propósito se utilizarán los resultados de una experiencia cuyo objetivo fue evaluar la importancia relativa de la concentración proteínica, la calidad de la proteína, y la cantidad y frecuencia de administración del suplemento.

### Material y Métodos

Para evaluar la importancia relativa de los factores bajo estudio se usaron los componentes de la varianza asociados a cada factor y estimados por medio de las ganancias ponderales observadas en ratas, en un ensayo controlado en el que se aplicó un arreglo factorial de diseño completamente aleatorizado, el cual incluyó 48 tratamientos distintos (2,3). En el Cuadro 1 se presenta un detalle de los distintos niveles investigados para cada factor. En el ensayo objeto de esta comunicación, se usaron ratas blancas de 22 días de edad, de la raza Wistar, provenientes de la colonia del INCAP. Los animales fueron alojados en jaulas individuales de alambre, con fondos levantados de tela metálica. Todos los grupos experimentales estuvieron formados por 4 machos con un promedio ponderal entre los grupos que - al inicio de la experiencia - no difería en más de un gramo.

## CUADRO 1

## Factores estudiados

- 
- A. Cantidad de suplemento, 2 niveles  
(2 ó 4 g)
- B. Concentración proteínica del suplemento, 4 niveles  
(0, 20, 25 ó 30%)
- C. Lisina agregada, 2 niveles  
(0, 0.2%)
- D. Frecuencia de la oferta, 3 niveles  
(diaria, cada 2 días o cada 3 días)
- 

Diseño: Factorial completo en bloques aleatorizados  
( $2 \times 3 \times 2 \times 4$ )

Modelo: Convencional, todos los efectos fijos

---

La dieta basal consistió en una mezcla de maíz y frijol en la proporción de 85:15, semejante a la que comúnmente consumen los pobladores de Centro América (4). Tanto el agua como la dieta basal se ofrecieron *ad libitum* durante el período experimental, que fue de 28 días. Los distintos regímenes de suplementación se establecieron sobre bases isocalóricas, usando la Mezcla Vegetal 9, una de las fórmulas desarrolladas por el INCAP (5). En el Cuadro 2 se presenta en detalle la composición de la dieta basal, y en el Cuadro 3, la composición del suplemento. En todos los casos, este último se ofreció durante un período de 2 horas, registrándose el peso inicial y final del alimento para estimar las cantidades consumidas; además se llevó un registro semanal de la ingesta de la dieta basal y de las ganancias de peso de los animales.

## CUADRO 2

## Composición de la dieta basal (expresada en g/100 g)

---

Harina de tortilla	72.36
Harina de frijol	8.13
Harina de verduras verdes	2.84
Harina de banano	1.63
Harina de Yuca	0.41
Harina de zanahoria	0.40
Azúcar	13.82
Aceite vegetal	0.41
Total	100.00

---

Para el análisis de la varianza (2, 3) se utilizaron las ganancias totales de peso, usando un modelo convencional y asumiendo todos los efectos fijos (no aleatorios).

## CUADRO 3

Composición de los seis suplementos utilizados en el ensayo (expresada en g/100 g)

Componentes	Suplemento No.					
	1	2	3	4	5	6
Harina de semilla de algodón para consumo humano	48.0	40.0	32.0	48.0	40.0	32.0
Harina de maíz	48.0	40.0	32.0	47.7	39.7	31.8
Levadura torula	3.0	2.5	2.0	3.0	2.5	2.0
Fosfato de calcio	1.0	0.8	0.7	1.0	0.8	0.7
L-lisina HCl	-	-	-	0.3	0.25	0.2
Almidón de maíz	-	16.7	33.3	-	16.75	33.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Porcentaje de proteína	30.0	25.0	20.0	30.0	25.0	20.0

## Resultados

En el Cuadro 4 se presenta el sumario del análisis que sirvió de base para obtener las estimaciones de los componentes de varianza. Los resultados indican un efecto directo significativo para todos los factores estudiados, y únicamente dos interacciones de primer orden fueron significativas: cantidad de suplemento x concentración proteínica del suplemento, y cantidad de suplemento x frecuencia de oferta.

La naturaleza de tales efectos se presenta en la Gráfica 1. El único efecto directo que aparentemente no se ve condicionado por los otros factores considerados, es el incremento en ganancia ponderal debido a la adición de lisina. Sin embargo, en este caso, cuando la calidad proteínica del suplemento (Mezcla Vegetal INCAP 9) es buena de por sí, el efecto no es dramático, y sólo se traduce en una diferencia neta de 6.63 g en la ganancia total de peso.

El efecto debido a la cantidad de suplemento está condicionado a la concentración proteínica del mismo. En este caso la interacción significativa ocurre cuando la concentración proteínica del suplemento es menor del 20%. En tales circunstancias la mayor cantidad de suplemento (Gráfica 2A) tiende a compensar la baja concentración de la proteína, resultando en un aumento mayor de las ganancias de peso (34 versus 16 g). Como lo ilustra la Gráfica 2A, éste no es el caso cuando la concentración proteínica del suplemento es de 20% o más, ya que entonces las tendencias de aumento en ga-

nancia de peso a diferentes concentraciones proteínicas, son paralelas, y las diferencias que se observan a distintas concentraciones entre las dos cantidades de suplemento, son consecuencia de la interacción operante entre estos dos factores a concentraciones proteínicas menores de 20 por ciento.

## CUADRO 4

Análisis de la varianza en las ganancias ponderales de ratas alimentadas con una dieta basal de maíz y frijol (85:15) y con diferentes regímenes de suplementación, durante 28 días

Fuente de variación	G.L.	C.M.	E (C.M.)
Cantidad de suplemento (A)	1	3,553.52**	$\sigma^2 + 96 V_a$
Concentración proteínica (B)	3	9,210.48**	$\sigma^2 + 48 V_b$
Niveles de lisina (C)	1	2,106.75**	$\sigma^2 + 96 V_c$
Frecuencia de oferta (D)	2	4,617.34**	$\sigma^2 + 64 V_d$
A x B	3	1,108.42**	$\sigma^2 + 24 V_{ad}$
A x C	1	60.75	$\sigma^2 + 48 V_{ac}$
A x D	2	260.27	$\sigma^2 + 32 V_{ad}$
B x C	3	136.76	$\sigma^2 + 24 V_{bc}$
B x D	6	505.17**	$\sigma^2 + 16 V_{bd}$
C x D	2	154.75	$\sigma^2 + 32 V_{cd}$
A x B x C	3	23.32	$\sigma^2 + 12 V_{abc}$
A x B x D	6	87.38	$\sigma^2 + 8 V_{abd}$
A x C x D	2	159.94	$\sigma^2 + 16 V_{acd}$
B x C x D	6	53.35	$\sigma^2 + 8 V_{bcd}$
A x B x C x D	6	238.42	$\sigma^2 + 4 V_{abcd}$
Residuo (Error)	144	110.48	$\sigma^2$
Total	191		

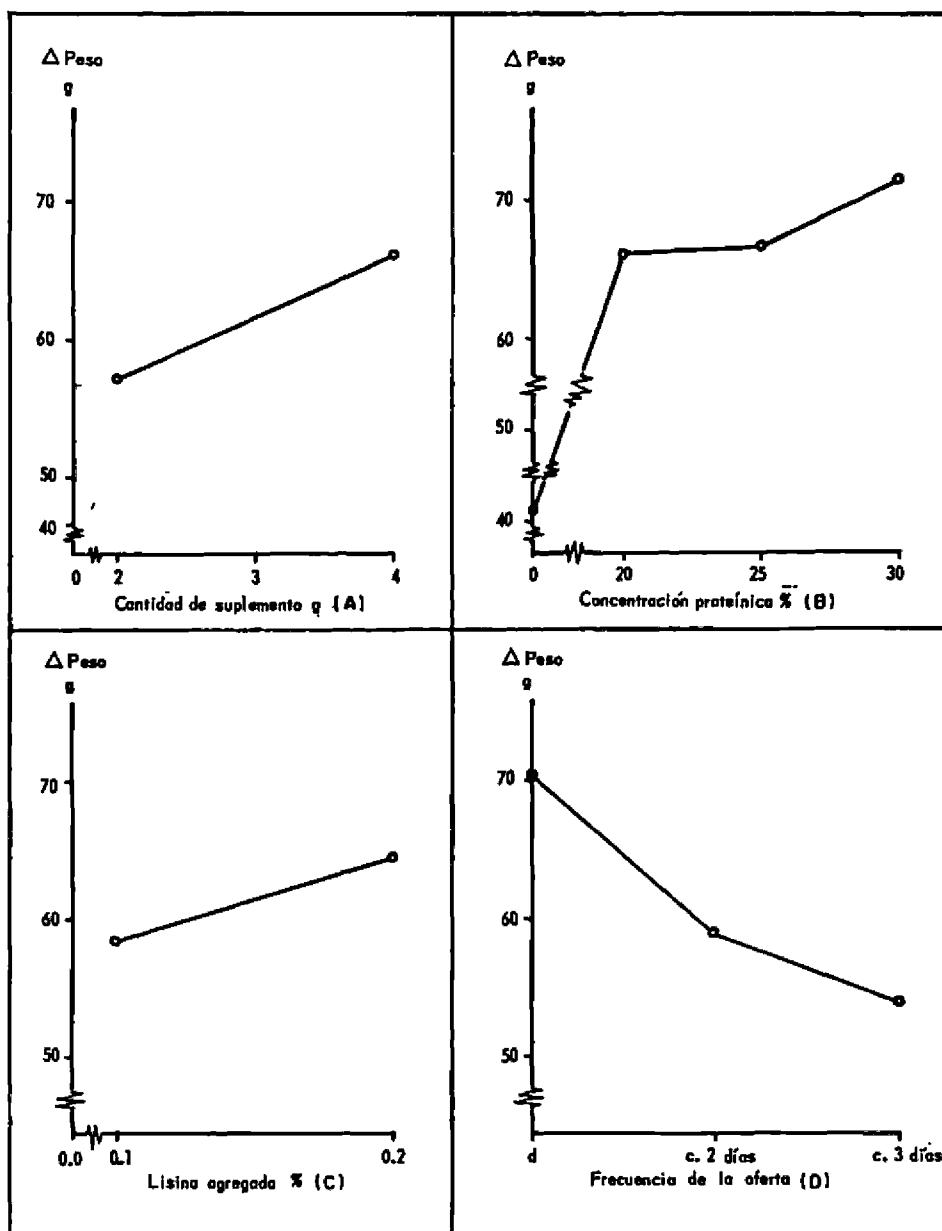
\*\*  $P \leq 0.01$ .

G.L. = Grados de libertad.

C.M. = Cuadrado medio.

E (C.M.) = Expectativa del cuadrado medio.

El efecto debido a la concentración proteínica del suplemento está condicionado por la frecuencia de oferta del mismo. En la Gráfica 2B puede observarse que cuando la oferta del suplemento ocurre cada 3 días, no hay aumento en las ganancias ponderales a concentraciones proteínicas de 20% o más (Gráfica 2B, curva 1); cuando la oferta ocurre cada dos días se nota una ligera tendencia a mayores ganancias ponderales, conforme se aumenta la concentración proteínica del suplemento por encima del 20% sin que tal tendencia llegue a ser significativa (Gráfica 2B, curva 2). Por otra parte,



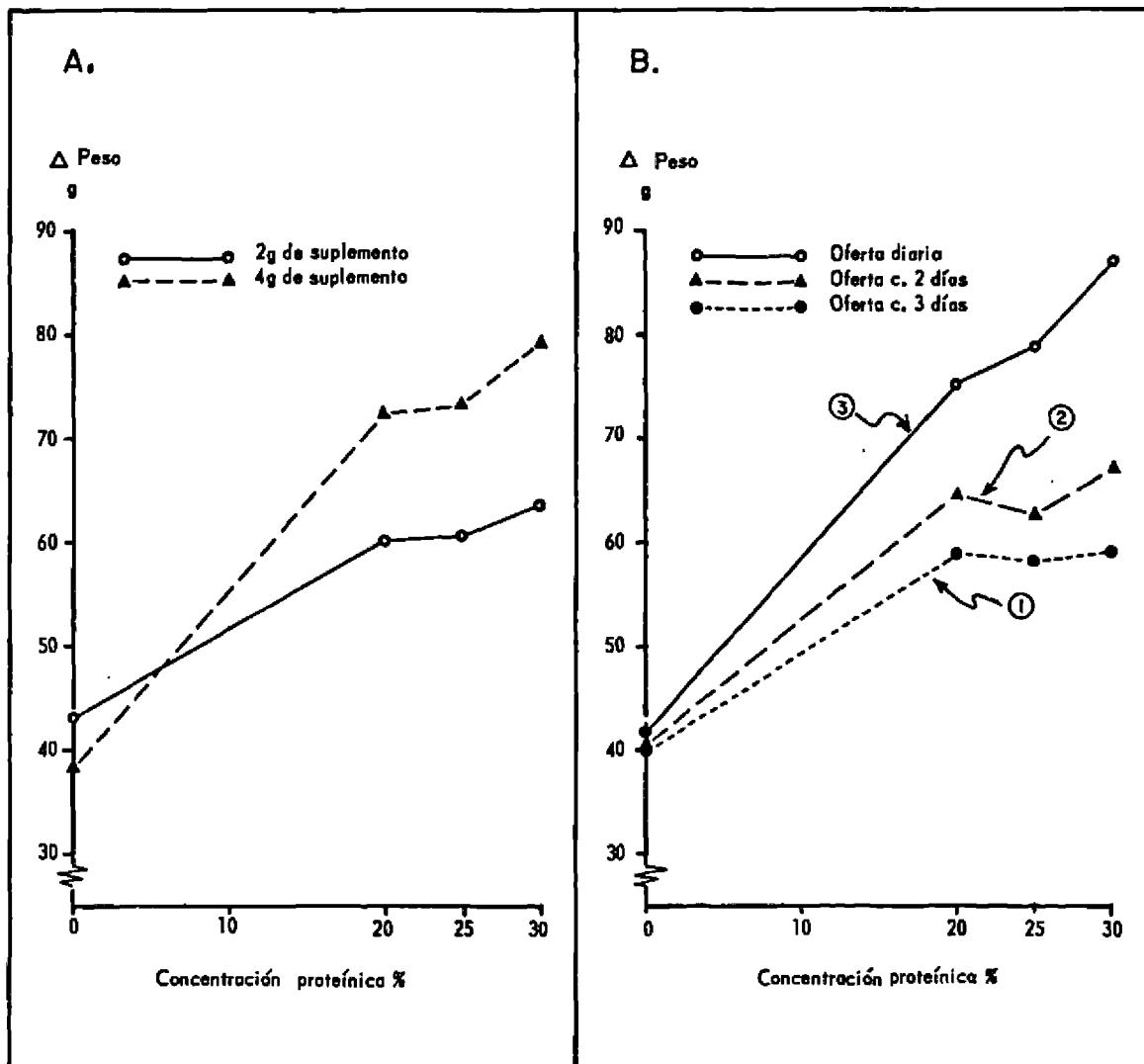
GRAFICA 1

Evaluación de los efectos directos de distintos regímenes de alimentación, sobre la ganancia ponderal de ratas, durante un período de 28 días.

cuando la oferta del suplemento se hace a diario, el incremento en ganancia de peso se mantiene para distintas concentraciones proteínicas de 20% o más, siendo prácticamente de igual magnitud al incremento observado a niveles proteínicos menores de 20% (Gráfica 2B, curva 3).

Otra forma de examinar los resultados descritos consiste en estimar los componentes de la varianza asociados con

cada uno de los factores bajo estudio. Las estimaciones de los componentes pertinentes de la varianza, derivados del análisis que se presenta en el Cuadro 4, se detallan en el Cuadro 5. Con base en las estimaciones de los componentes de la varianza, es factible comprobar que, en este estudio, el factor que más contribuyó a la variabilidad observada en ganancia de peso, fue la concentración proteínica del suplemento (35.39%). Le sigue en orden de magnitud la frecuencia de oferta del mismo, que contribuyó con 13.15% de la varianza total; este aporte es mayor que la contribución combinada de la cantidad del suplemento y la adición de lisina, es decir, los otros dos factores considerados en nuestro estudio.



GRAFICA 2

Interpretación de las interacciones significativas según el análisis de la varianza.  
A. Interacción entre concentración proteínica y cantidad de suplemento. B. Interacción entre concentración proteínica y frecuencia de oferta del suplemento.

Como era de esperar, los componentes de la varianza también indican que el agregado de lisina no produjo un efecto notorio porque la proteína de la Mezcla Vegetal INCAP 9 empleada como suplemento, es de buena calidad, y la deficiencia en lisina que se ha informado para dicha fórmula (6, 7), apa-

rentemente en este caso no es crítica. Asimismo, las diferencias en la cantidad de suplemento ofrecido se tradujeron en efectos pequeños, sin contribuir en forma dramática a la variación total. En todo caso, y como se ha apuntado ya, cualquier efecto directo de la cantidad de suplemento está condicionada por la concentración proteínica del mismo, tal como lo indica la interacción significativa entre cantidad y concentración del suplemento (Cuadro 4). Por otra parte, el efecto directo de la concentración proteínica del suplemento está condicionado por la frecuencia de oferta del mismo y, por lo tanto, el monto total de la contribución proporcional a la variación total ocasionada por estos dos factores debe estimarse sumando las partes proporcionales debidas a cada uno de ellos y su interacción. El resultado así obtenido señala que la acción combinada de estos dos factores es responsable por más del 50% de la variación total en ganancia ponderal observada en este experimento. En la práctica, y bajo las condiciones usuales de complementación, es decir, cuando el suplemento tiene ya una proteína de buena calidad, los resultados de la investigación aquí descrita no hacen sino confirmar un hecho ya sabido: la concentración proteínica de cualquier suplemento debe ser alta y exceder siempre del 20%. Más importante que este resultado es la clara indicación de la importancia que tiene la oferta continua del suplemento, para alcanzar plenamente los beneficios que pueden derivarse del mismo.

#### CUADRO 5

##### Componentes de la varianza

Fuente de variación	Componente V	Contribución %
Cantidad de suplemento (A)	35.86	6.70
Concentración proteínica (B)	189.58	35.39
Niveles de lisina (C)	20.79	3.88
Frecuencia de oferta (D)	70.42	13.15
A x B	41.58	7.76
B x D	24.67	4.60
Residuo (Error)	110.48	20.63
Todas las otras fuentes	42.23	7.89
Total	100.00	

##### Comentario

Esta investigación indica que los resultados factibles de lograr en programas de suplementación de dietas para humanos, dejarán mucho que desear siempre que la participación sea puramente voluntaria y esporádica. Los resultados que se presentan en este trabajo son clara evidencia de que la participación continua en los programas de suplementación alimentaria constituye un requisito indispensable para que los efectos benéficos del suplemento alcancen su máxima expresión.

## Resumen

Se informan los resultados de un estudio de suplementación alimentaria, en ratas, cuyo propósito fue estimar la importancia relativa de cuatro factores usualmente asociados a la suplementación alimentaria: cantidad del suplemento, concentración proteínica del mismo, corrección de pequeñas deficiencias en aminoácidos esenciales, y frecuencia de oferta del suplemento. El estudio de los resultados obtenidos en lo que a ganancia ponderal se refiere, por medio del análisis y la estimación de los componentes de la varianza, indica que cuando la calidad de la proteína del suplemento es adecuada, su concentración proteínica y la frecuencia de oferta del mismo, son los dos factores críticos que deben tenerse en cuenta para lograr una máxima expresión de los beneficios que debe rendir todo programa de suplementación alimentaria.

## Referencias

1. Guzmán, M. A. Some considerations in the design and execution of nutritional field studies. En: *International Conference on Amino Acid Fortification of Protein Foods*, celebrada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts del 16 al 18 de septiembre de 1969 Cambridge, Mass., The MIT Press En prensa.
2. Cochran, W. G., and G. M. Cox *Experimental Design*. 2a. ed. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1957.
3. Snedecor, G. W., and W. G. Cochran. *Statistical Methods*. 2a. ed. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1967.
4. Flores, M. Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics*. Proceedings of the 3rd International Congress of Dietetics. London, July 10-14, 1961, Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Limited of Bradford, 1961, p. 23-27.
5. Bressani, R., L. G. Elías, A. Aguirre, and N. S. Scrimshaw. All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. The development of INCAP Vegetable Mixture Nine. *J. Nutrition*, 74:201, 1961.
6. Bressani, R., y L. G. Elías. Mezclas de proteínas vegetales para consumo humano. XI. Aminoácidos limitantes en la Mezcla Vegetal INCAP 9 y efecto de la adición de pequeñas cantidades de concentrados proteicos de origen vegetal y animal. *Arch. Venezol. Nutr.*, 12:245, 1962.
7. Braham, J. E., R. Bressani, S. de Zaghi, and M. Flores. Supplementary value of INCAP Vegetable Mixture 9 for the diets of average school children in rural Guatemala. *J. Agr. Food Chem.*, 13:594, 1965.