

Gráfica No. 4
 Tasa de Fijación de Minerales en Tibia
 Tratamiento 4 (BF+M)

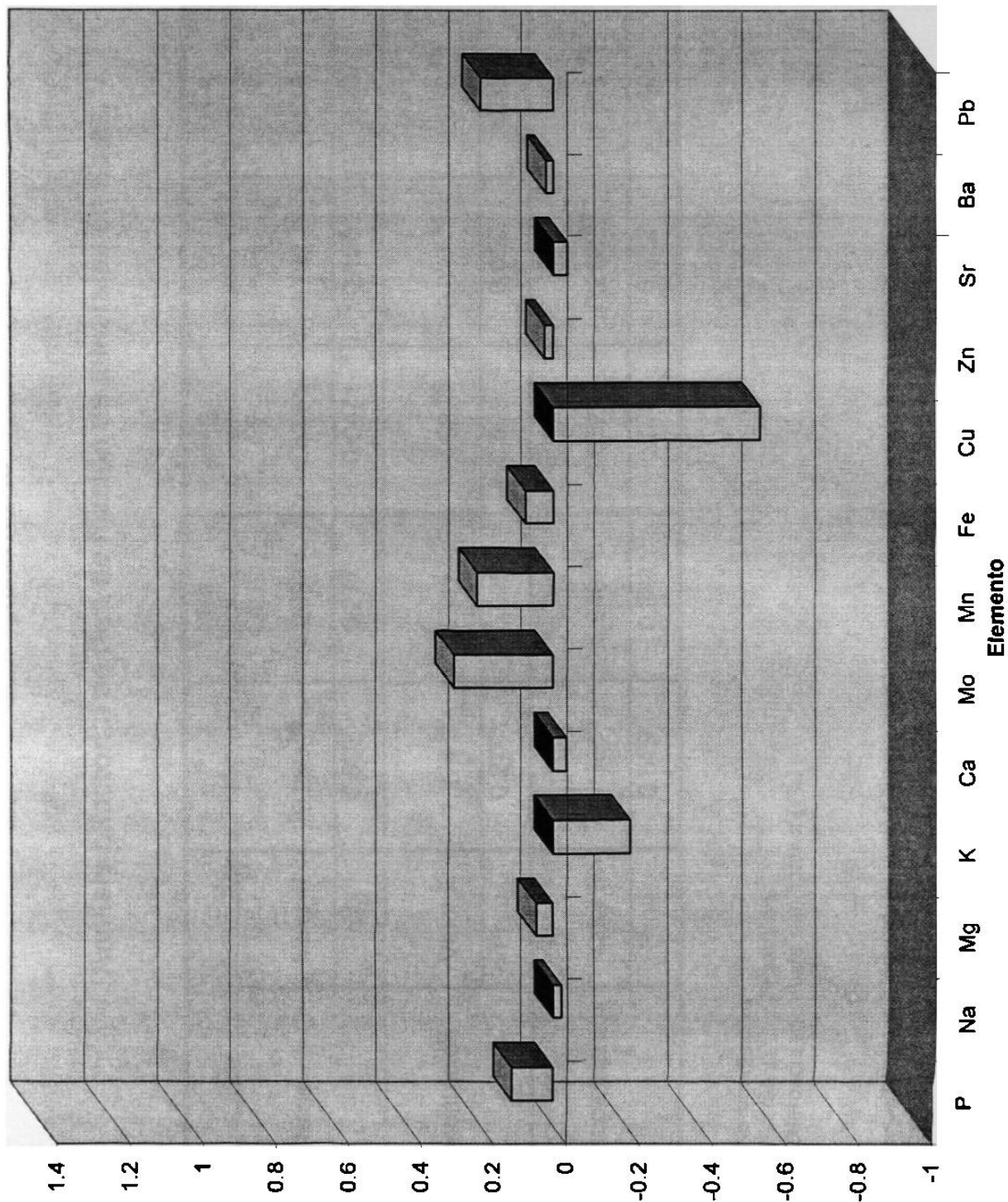


Tabla No. 16

Análisis bifactorial de tasa de fijación de minerales en tibias.

		P	Na	Mg	K	Ca	Mo
Fitatos	Valor F	0.239 ^{NS}	1.269 ^{NS}	4.634 [*]	2.192 ^{NS}	1.512 ^{NS}	1.141 ^{NS}
	Prob.	0.632	0.277	0.047	0.158	0.237	0.301
Suplementación	Valor F	1.274 ^{NS}	5.981 [*]	3.063 ^{NS}	0.037 ^{NS}	1.010 ^{NS}	1.536 ^{NS}
	Prob.	0.276	0.026	0.099	0.850	0.330	0.233
Fitatos-Suplementos	Valor F	0.436 ^{NS}	0.940 ^{NS}	3.632 ^{NS}	0.252 ^{NS}	0.731 ^{NS}	1.883 ^{NS}
	Prob.	0.519	0.347	0.075	0.622	0.405	0.189

NS - No significativo

* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

Tabla No. 16 (Continuación)

Análisis bifactorial de tasa de fijación de minerales en tibias.

		Mn	Fe	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
Fitatos	Valor F.	2.149 ^{NS}	0.111 ^{NS}	5.540 [*]	0.587 ^{NS}	0.306 ^{NS}	2.604 ^{NS}	1.008 ^{NS}
	Prob.	0.162	0.743	0.032	0.455	0.588	0.126	0.330
Suplementación	Valor F.	1.786 ^{NS}	3.653 ^{NS}	31.343 ^{**}	0.422 ^{NS}	39.895 ^{**}	43.283 ^{**}	11.418 ^{**}
	Prob.	0.200	0.074	0.000	0.525	0.000	0.000	0.004
Fitatos-suplementación	Valor F.	2.912 ^{NS}	2.112 ^{NS}	5.380 [*]	1.287 ^{NS}	1.818 ^{NS}	5.742 [*]	0.021 ^{NS}
	Prob.	0.107	0.165	0.034	0.273	0.196	0.029	0.881

NS - No significativo

* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

Tabla No. 17

Contenido de minerales en ppm en hígado de las ratas, análisis de varianza y comparación múltiple de medias (Tukey).

Tratamiento	P	Na	Mg	K	Ca	Mo
1 AF	698.94±98.56 a	.00 ± .00 a	.00 ± .00 a	3566.48±236.76 a	.00 ± .00 a	.18±.07 a
2 AF+M	809.49±127.14 a	312.20±310.81 a	.00 ± .00 a	3585.43±260.34 a	.00 ± .00 a	.20±.11 a
3 BF	810.60±120.10 a	727.90±1012.17 ab	28.37±63.44 ab	3578.63±184.46 a	9.95±22.25 a	.19±.13 a
4 BF+M	874.17±210.12 a	2106.60±299.84 b	125.75±10.16 b	3514.83±298.31 a	45.45±10.55 b	.22±.03 a
5 ^a	820.83±125.56 a	1446.03±1441.33ab	93.83±101.19ab	3802.94±249.16 a	18.91±20.80 a	.31±.09 a
Valor de F	1.06^{NS}	4.72^{**}	4.62^{**}	1.41^{NS}	7.52^{**}	2.48^{NS}
Prob.	.3999	.0063	.0069	.2619	.0005	.0726

a - Tratamiento de línea base (ratas sacrificadas el día 1 del experimento)

NS - No significativo

* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

Tabla No. 17 (Continuación)

Contenido de minerales en ppm en hígado de las ratas, análisis de varianza y comparación múltiple de medias (Tukey).

Tratamiento	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba
1 AF	1.45±.18 b	127.86±24.34 abc	.20±.10 a	5.37±.88 ac	.00±.00 a	.00±.00 a	1.07±2.41 a
2 AF+M	1.11±.23 ab	104.35±21.29 bc	.13±.10 ab	4.71±.43 ac	9.74±21.78 a	.00±.00 a	.00 ± .00 a
3 BF	.74 ± .23 a	175.10±47.59 a	.03±.04 b	3.75±.22 bc	9.66±21.60 a	.47±1.06 a	.10 ± .22 a
4 BF+M	.81 ± .27 a	106.74±23.63 c	.09±.15 ab	2.44±.28 b	20.30±2.86 a	.91±.86 a	.07 ± .09 a
5 ^a	.96 ± .46 ab	180.09±40.30 a	.00±.00 b	6.06±1.86 a	42.58±43.46 a	1.08±1.25 a	.09 ± .11 a
Valor de F	3.92 *	6.71 **	4.73 **	943 **	2.41 NS	1.87 NS	1.03 NS
Prob.	.0144	.0010	.0062	.0001	.0788	.1509	.4112

a - Tratamiento de línea base (ratas sacrificadas el día 1 del experimento)

NS - No significativo

* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

Tabla No. 18

Tasa de fijación de minerales en hígados de las ratas en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	P	Na	Mg	K	Ca	Mo	Mn
1 AF	-.1483±.1201	-1.000±.0000	-1.000±.0000	-.0622±.0623	-1.000±.0000	-.4145±.2210	.5057±.1914
2 AF+M	-.0138±.1549	-.7841±.2149	-1.000±.0000	-.0572±.0685	-1.0000±.0000	-.3613±.3426	.1521±.2445
3 BF	-.0125±.1463	-.4966±.7000	-.6976±.6761	-.0590±.0485	-.4738±1.1766	-.3839±.4222	-.2344±.2358
4 BF+M	.0650±.2560	.4568±.2074	.3402±.1083	-.0758±.0784	1.4035±.5579	-.2919±.1024	-.1521±.2842

Tabla No. 18 (Continuación)

Tasa de fijación de minerales en hígados de las ratas en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Fe	Cu	Zn	Sr	Ba
1 AF	-2900±.1352	-.1132±.1456	-1.000±.0000	-1.000±.0000	10.966± 26.75
2 AF + M	-.4206±.1182	-.2234±.0711	-.7712±.5115	-1.000±.0000	-1.000±.000
3 BF	-.0277±.2643	-.3809±.0357	-.7731±.5073	-.5625±.9783	.8333 ± 2.4224
4 BF + M	-.4073±.1312	-.5977±.0468	-.5233±.0672	-.1542±.7971	-2333± 1.0388

Tabla No. 19

Análisis bifactorial de tasa de fijación de minerales en hígado

		P	Na	Mg	K	Ca	Mo
Fitatos	Valor F	1.841 NS	26.268 **	28.774 **	0.069 NS	25.310 **	0.141 NS
	Prob.	0.194	0.000	0.000	0.796	0.000	0.712
Suplementación	Valor F	1.795 NS	11.805 **	11.487 **	0.041 NS	10.393 **	0.297 NS
	Prob.	0.199	0.003	0.004	0.843	0.005	0.593
Fitatos-Suplementos	Valor F	0.131 NS	4.696 *	11.487 **	0.139 NS	10.393 **	0.021 NS
	Prob.	0.722	0.046	0.004	0.714	0.005	0.886

NS - No significativo

* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

Tabla No. 19 (Continuación)

Análisis bifactorial de tasa de fijación de minerales en hígado.

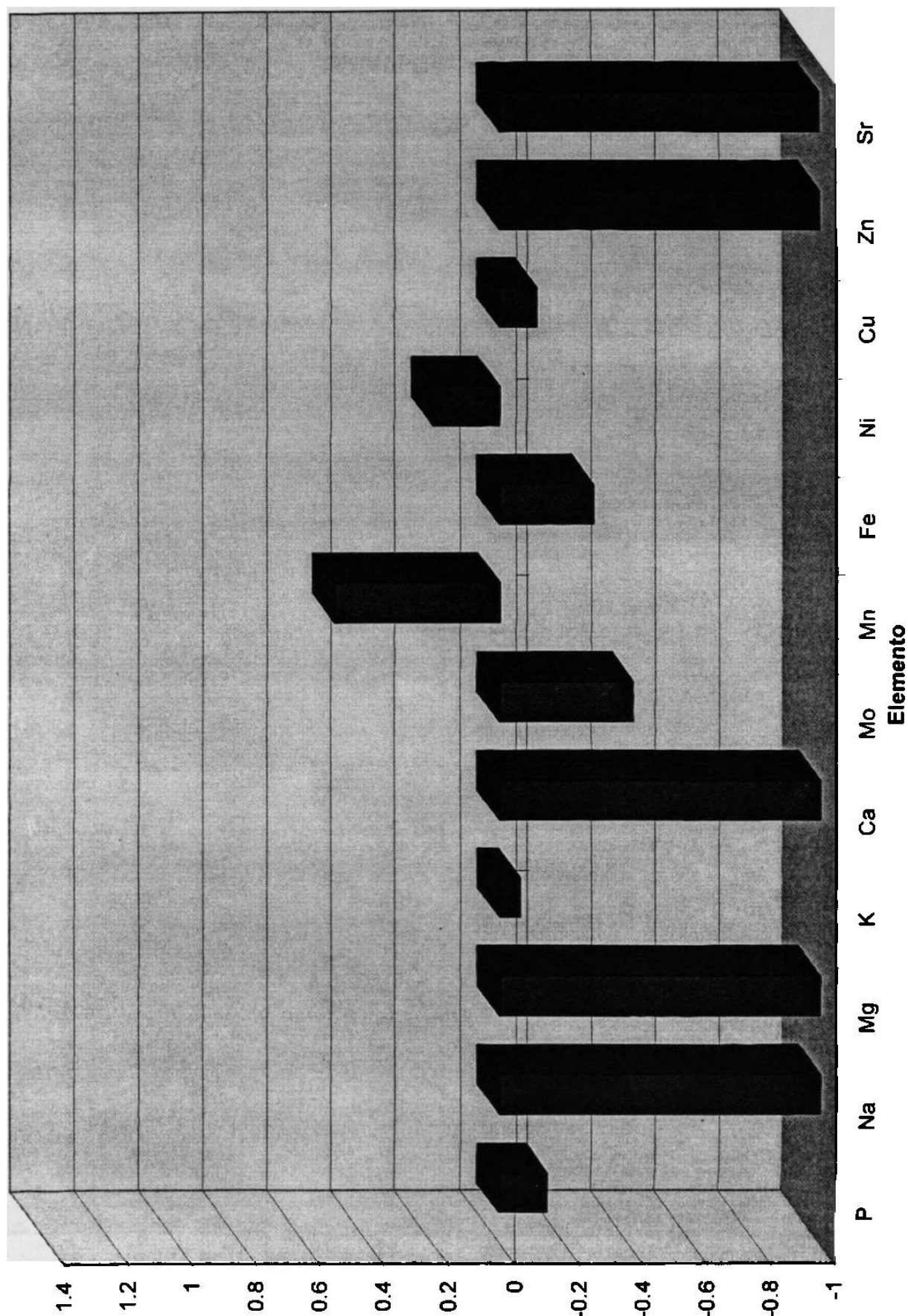
		Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba
Fitatos	Valor F	23.427 **	3.184 NS	5.045 *	69.332 **	2.153 NS	5.171 *	-
	F. Prob.	0.000	0.093	0.039	0.000	0.162	0.037	
Suplementación	Valor F	1.582 NS	10.907 **	0.010 NS	17.999 **	2.188 NS	0.524 NS	-
	F. Prob.	0.227	0.004	0.920	0.000	0.159	0.480	
Fitatos-suplementación	Valor F	4.083 NS	2.600 NS	1.887 NS	1.912 NS	0.004 NS	0.524 NS	
	F. Prob.	0.060	0.126	0.189	0.186	0.949	0.480	-

NS - No significativo

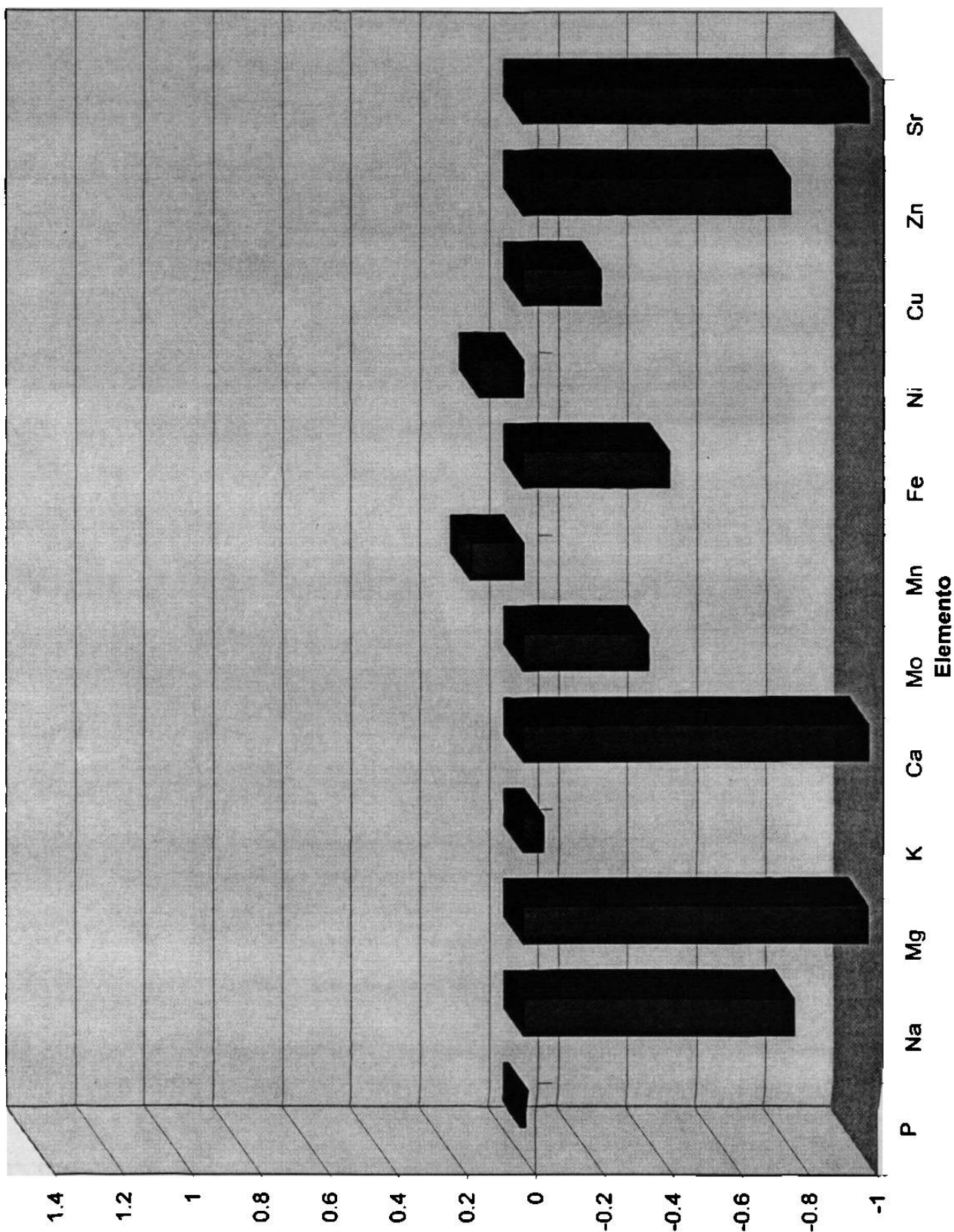
* - Diferencia significativa 5%

** - Diferencia altamente significativa (1%)

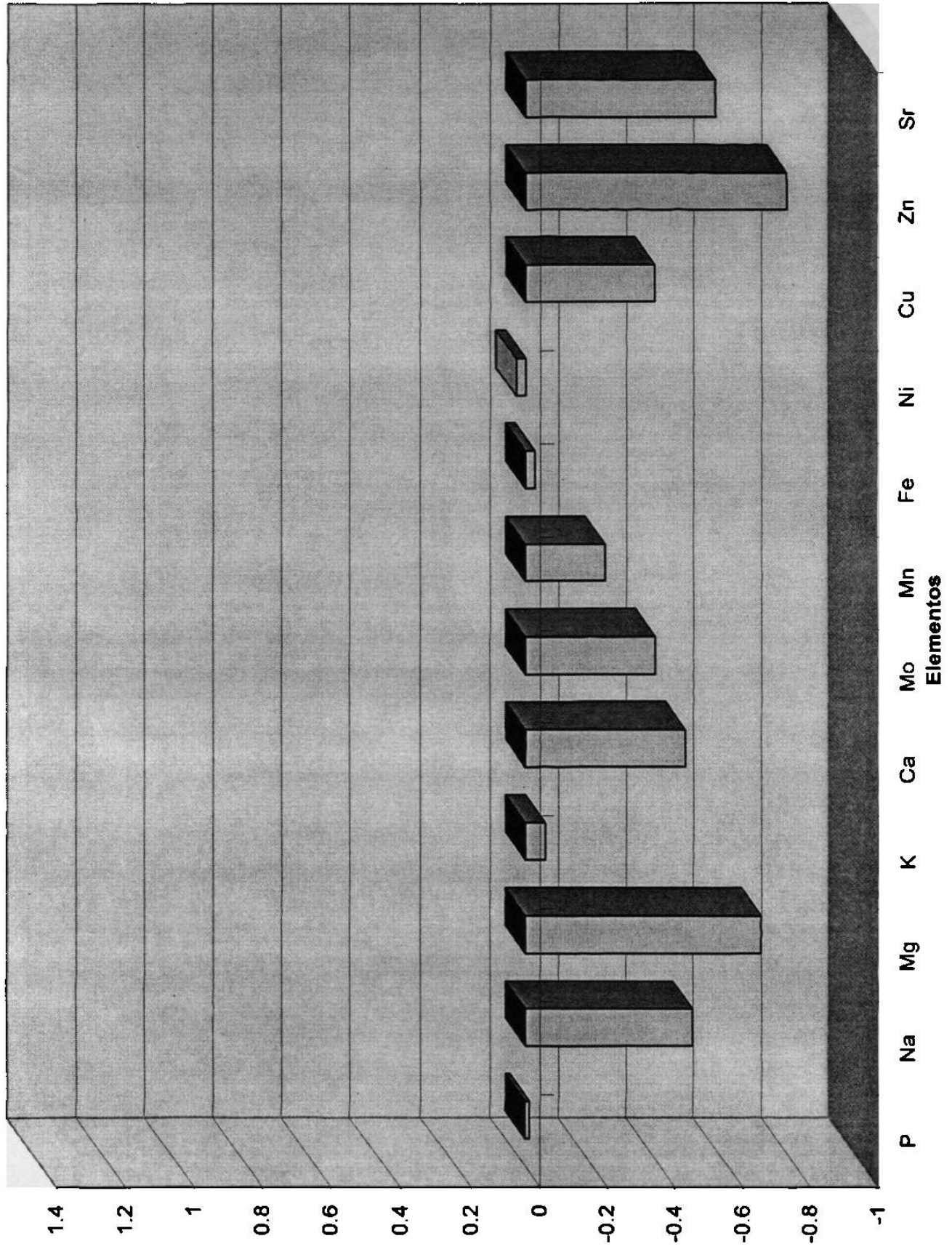
Gráfica No. 5
Tasa de Fijación de Minerales en Hígado
Tratamiento 1 (AF)



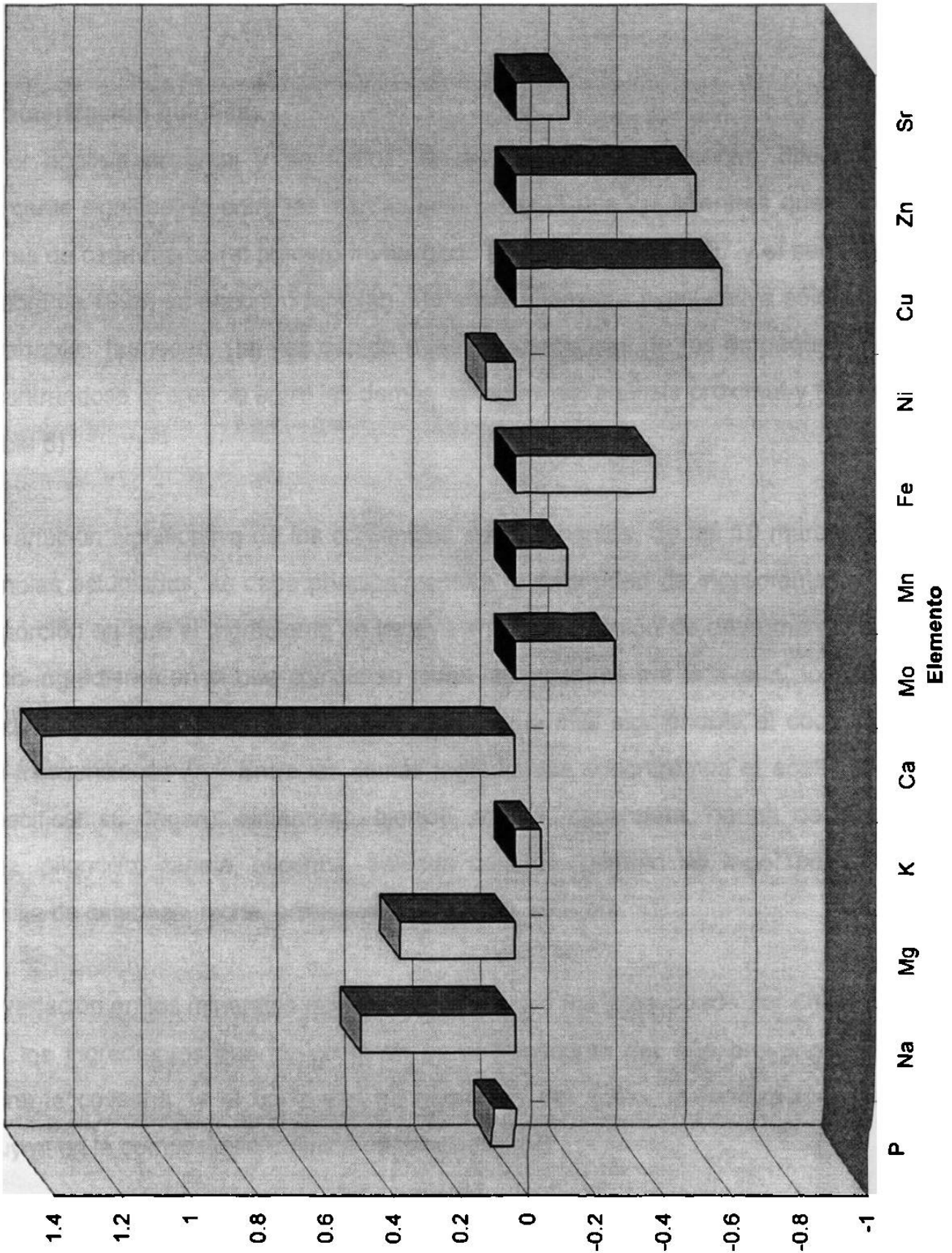
Gráfica No. 6
Tasa de Fijación de Minerales en Hígado
Tratamiento 2 (AF+M)



Gráfica No. 7
Tasa de Fijación de Minerales en Hígado
Tratamiento 3 (BF)



Gráfica No. 8
Tasa de Fijación de Minerales en Hígado
Tratamiento 4 (BF+M)



DISCUSIÓN

Caracterización química:

En el análisis proximal y de fitatos de las granolas se encontró diferencia altamente significativa entre las marcas analizadas (Tabla 2). Mientras que entre 2 lotes de cada marca (el primero investigado en diciembre de 1997 y el segundo en abril de 1998) se encontró también diferencia altamente significativa sólo para la variable: humedad, (tal vez debido a las características de los empaques) no encontrándose diferencia entre las demás variables del análisis proximal y fitatos. (Tabla 5)

La variación significativa de los contenidos de nutrimentos, de las 10 marcas de granolas estudiadas, se debe principalmente a la diversidad de ingredientes y la proporción en que el ingrediente se incluye en la formulación de cada marca. El único ingrediente en el que coincidían todas las muestras fue la avena, los más usados con frecuencia de 8, fueron las pasas y la miel siguiéndole el coco con una frecuencia de 7. Entre los demás ingredientes encontramos el aceite (sin especificar su origen), almendras, ajonjolí, azúcar, cacahuete, harina de trigo, nuez, piloncillo, canela, glicerina, salvado de trigo, germen de trigo, pepita o semilla de calabaza, leche, arroz, maíz, manzana, etcétera.

La variación en los minerales que se presentó entre los lotes puede ser debida a que los ingredientes que se compran en el transcurso del año provengan de diferente cosecha y el contenido de nutrientes del suelo, la fertilización, etc. influyen en la composición química del producto. (4)

Los resultados obtenidos de la composición química de las granolas son comparados a los resultados que presentan las tablas de valor nutritivo en E.U.A. (35) (12) ya que en nuestro país este alimento no ha sido incluido aún, dichas tablas reflejan para los valores de grasa en un rango de 17 a 27% mientras que las muestras analizadas presentaron entre 9.1 a 18.4%, para proteínas se reporta 10.02 y 12.29% las muestras analizadas contenían de 7 al 12.91% de este nutrimento.

Es de destacar que la mayoría de los contenidos de minerales presentaron diferencias significativas entre las marcas a excepción del níquel, zinc y plomo donde no se observa la formación de subgrupos (Tabla 3) y con respecto a los lotes de cada marca, todos a excepción del fósforo presentaba diferencia significativa. (Tabla 6)

Los valores de F y Prob. del análisis de varianza factorial (Tabla 7) muestran que para el factor lote sólo las variables grasa y fitatos no son diferentes significativamente, mientras que para el factor marca todas las variables mostraron significancia, al igual que para las interacciones entre ambos factores.

Con respecto al análisis de varianza factorial para minerales destaca al que sólo el fósforo no presenta diferencia significativa entre los lotes.

Es importante destacar que de esta manera comprobamos la hipótesis de que existe diferencia significativa de la composición química de las muestras estudiadas.

Analizando el aporte de nutrimentos de una ración de granola de 50 g. con respecto a RDA para una dieta de 2000 cal. encontramos que las diferentes granolas aportan entre un 9.34 a 11.55% de la energía, para grasa de un 7.6 a

16.42% mientras que para proteínas de un 5.67 a 9.09%, el contenido de fibra dietética de una ración de granola oscilaría entre 11.9 al 21.9%.

Las granolas aportan cantidades muy variables de minerales con respecto a su RDA, por ejemplo el Ca aporta de 8.12% en la muestra No. 1, hasta 38.6% para la muestra 10, el hierro va de 6.66 a 20.3% en las diferentes muestras y el Zn de un 5 a 10% (información a detalle en Anexo No. 3)

Con respecto al contenido de fitatos encontrado es de 15.12 a 40.87 mg/g. de granola lo que dá valor de 1.51 a 4.08% (Tabla 2) mayores a los reportados en cereales (0.5 a 2.0%) y en especial para avena donde se han obtenido valores de 0.82 a 1.01% (17) esto se debe a que los demás ingredientes como nueces, cacahuate, ajonjolí, también aportan ácido fítico.

En otro estudio (36) en alimentos de México, encontraron valores de 6.22 mg/g. para frijoles refritos 4.48 mg/g. para tortilla de maíz y 1.23 mg/g. para tortilla de harina.

En un estudio realizado por Zhou y colaboradores encontraron en soya niveles de 5 a 21.4 mg/g. cuando los granos fueron cultivados en arena y soluciones con diferente contenido de fósforo (a mayor concentración de fósforo mayor cantidad de ácido fítico se formaba). (38) Por lo que la variación entre las muestras de granola también podría deberse al contenido de fósforo en el suelo de los cultivos de los ingredientes.

La relación molar encontrada en las muestras de granola (Tabla 9) indica una baja biodisponibilidad de Zn, ya que se encontraron valores para fitato/Zn superiores a 90 donde otros autores (34) (38) reportan que con valores mayores de 20 se presenta una baja retención de Zn y reducción en el crecimiento.

Morris y Ellis (1981) citados por Le Francois y Col. (1988) (21) demuestran que cereales para desayuno con relación molar ác. fítico/zinc de 15 ó menos soportaban el crecimiento de las ratas, con solución de Zn SO₄ como fuente de Zinc. Sin embargo con relaciones molares elevadas se presentaba una disminución en los niveles de Zn plasmático y también disminución del crecimiento de los animales. Readdy y Col. (1982) también concluyeron que niveles elevados de ácido fítico asociados con excesos de Ca aumentaron la deficiencia de Zn.

Davis y Col. en 1979, Gibson y Col. en 1991, Oberlans 1983 y Morris y Ellis (1980) citados en artículos de Saha y Col. (1994) reportan que con moderada ingestión de la relación molar Fitato/Zn menores de 10 son adecuadas para una adecuada biodisponibilidad de Zn y con valores mayores de 10 se asocian con síntomas de deficiencia de Zn como reducción de crecimiento. (29) Por lo que las granolas analizadas tendrán, de acuerdo a este indicador, una muy pobre biodisponibilidad de Zn.

Para dietas con alto contenido de fitatos se han sugerido, por numerosos autores como Bindra y Col. (1986), Ellis y Col. (1987), Fordyce y Col. (1987) y Gibson y Col. en 1991, la relación molar [fitatos] [calcio]/[Zinc] como un indicador más fidedigno para la biodisponibilidad de Zn recomendando valores de 0.5 (29).

Se econtraron, en el presente estudio, valores de relación molar [Ca] [Fitato] / [Zn] de 1.4 a 19.08 (Tabla 9) indicando baja biodisponibilidad de Zn y que la suplementación no la mejora según este indicador.

Biodisponibilidad de minerales

De los resultados del bioensayo de eficiencia de conversión alimenticia (Tabla 13) podemos decir que el grupo No. 1 con mayor nivel de fitatos (14.28) mostró un valor significativamente menor en ganancia de peso y eficiencia de conversión alimenticia con respecto a los grupos alimentados con bajo nivel de fitatos (7.57) resultados similares son reportados por Zhou y Cols. (38) en un estudio con diferentes niveles de ácido fítico en soya.

Es importante señalar que el grupo 1(AF) presenta, más pobre ganancia de peso y menor eficiencia de conversión alimenticia que la dieta 2 (AF+M) que teniendo la misma concentración de fitatos fue suplementada con vitaminas y minerales, dando esta última resultados similares a las dietas 3 y 4 bajas en fitatos lo que indica que aumentar el contenido de minerales puede reducirse el efecto de ácido fítico o que el contenido de minerales de la dieta 1 no es suficiente para el requerimiento del animal aún y cuando no tuviera fitatos.

Aunque en el estudio de Zhou y Col. también se muestra una disminución en el consumo de alimentos, en este estudio el grupo 1 (AF) sí tuvo un menor consumo de alimentos que el grupo 3 y 4 (Prob. .0052).

El grupo 2 (AF+M) presentó un mayor consumo de alimento que el grupo 1, sin embargo no fue significativo.

Los valores calculados de relación molar fitato/zinc en las dietas van de 10.39 a 34.52 (Tabla 12) por lo que sólo la dieta 4 (BF+M) pudiera considerarse que presentara una buena biodisponibilidad de Zn, pero como fue suplementada con minerales la relación molar [fitato] [calcio]/[zinc] es del orden de 0.75 considerándose por otros autores como inadecuada para la biodisponibilidad de

Zn (30) (34) por tener el efecto agravante del calcio sobre el Zinc. Donde los valores recomendados para esta relación molar son menores al 0.50.

Fordyce y Col. (1987) citados por Saha encontraron pobre biodisponibilidad de fitatos en dietas con relación molar [fitato] [calcio]/[zinc] superiores a 3.5

Para el análisis de los minerales en los órganos se compararon los 4 tratamientos entre sí y también con el grupo 5 que estaba formado por los animales sacrificados el primer día del experimento que llamaremos línea base. (Tabla 14)

En los resultados de la concentración de minerales en tibias (Tabla 14) se encontró que 6 minerales (P, Mg, Ca, Mo, Fe y Zn) no presentaron diferencia significativa con el grupo de la línea base, lo que nos indica que con la dosis de minerales administrados y los 2 niveles de fitatos no se afecta el contenido de los mismos, pero no se incrementó como debe ser en la etapa normal de crecimiento de las ratas. No así para otros minerales como el K donde en la línea base se presenta mayor concentración que entre los tratamientos, lo que sugiere que no sólo no hubo depósito presentándose además pérdida de este mineral con respecto a los animales sacrificados antes de iniciar el estudio.

Con respecto al Mn la línea base presentó el valor menor de este elemento, mientras que la concentración mayor se encuentra en el grupo 1 (AF) con la dieta que contenía una cantidad mayor de este mineral y mayor cantidad de fitatos indicando que este último no interfirió para su depósito de tibias. Para el Cu se observa que en los tratamientos hay menor cantidad que en la línea base indicando que no hubo depósitos de este mineral presentándose remoción del mismo durante el estudio de tal manera que aún con dietas con contenidos bajos en fitatos se afecta el depósito de Cu en las tibias.

Es importante señalar que el ácido fítico tiene una afinidad mayor por el cobre que por los demás minerales. (17) (26) Sin embargo la dieta No. 2 de mayor fitato son estadísticamente igual a la 3 y 4 respectivamente de bajo fitato en cuanto al depósito de este elemento en las tibias analizadas, lo que pudiera ser debido a la alta afinidad del fitato por el cobre y así afectarse su captación en hueso, aún con los niveles de Fitato de 7.57 mg/g. de dieta presentes en las dietas 3 y 4.

Los datos encontrados de la concentración de zinc y hierro en huesos y hierro en hígado (Tabla 17) son similares a los reportados por Ali y Col. con harina de sorgo y niveles de fitatos de 3 a 7 mg/g. Sin embargo en este estudio los valores de zinc en hígado (de 0 a 42.58 ppm) son menores a los encontrados por Ali (71.93 a 75.97 ppm) (2)

Los resultados de fijación de minerales en las tibias (Tabla 15) muestran decrementos en todos los tratamientos para el caso de Na, K, Ca, Cu.

Para el Mo se presentó decremento en las dietas 1, 2 y 3 no así en la 4 (BF+M) y para P, Mg, Fe, Ba sólo se presentó decremento en la dieta 2 (AF+M).

Los decrementos con mayor magnitud corresponden al Cu y Mo.

Los minerales que mostraron incrementos en tibias fueron Mn, Zn y Pb en todos los tratamientos.

Comparando las gráficas 1 y 2 (AF y AF+M) se detecta que con la suplementación disminuyen los depósitos a valores negativos de Fe, Sr y Ba.

El efecto de reducción de Fe es debido al aumento de Zn en la suplementación ya que el Zn también es transportado por la transferrina además de otras proteínas transportadoras. (22)

La pequeña reducción en los depósitos de Mg puede deberse a que al aumentar el Ca disminuye la absorción de Mg. (22)

Es importante señalar que el suplemento utilizado sólo menciona qué minerales contiene, sin especificar la sal en la que se presenta y por lo tanto no es conocido que tan soluble puedan resultar los minerales al mezclarlos en la dieta.

Comparando la gráfica 1 (AF) y 3 (BF) encontramos que aunque se esperaba mayor tasa de fijación de Ca, Mg y Fe en el tratamiento 3 (BF) esto no fue así, pero es conveniente analizar que el contenido de estos minerales es mayor en la dieta 1 que en la 3 en un 22% para el Ca, 41% para el Mg y 6% para el Fe.

Para el Mg aunque el contenido era casi el doble en la dieta 1 (AF) la diferencia en la tasa de fijación es muy pequeña.

Comparando las gráficas 3 y 4 para ver el efecto de la suplementación con bajos contenidos de fitatos, se observa que la suplementación mejora el depósito en tibia de Mo, Mn, Pb y de manera ligera de Mg, además de presentar menor resorción de Na y K.

La suplementación no mejora los depósitos de P en la dieta 4 donde se tiene una relación Ca/P de 1:2.88 donde lo recomendable para una buena absorción son relaciones de 1:1 a 1:2.

El Fe disminuye sus depósitos en la suplementación aunque se aumentó con ella un 15% como ya se señaló pudiera deberse al incremento de Zn afectando el transporte de Fe.

El Cu presenta remoción en todos los tratamientos, pero mayor en el 2 y 4, esto se explica porque el Cu es el mineral que más afinidad tiene con los fitatos indicando que aún con niveles bajos de éstos se afecta la biodisponibilidad del Cu, además de que a mayor nivel de Zn se afecta la absorción del Cu. (22)

En el análisis de varianza bifactorial de tibias se observa claramente que el mineral con diferencia significativa entre tratamientos fue solamente Cu y Mg con una Prob. de .032 y .047 respectivamente.

Revisando los resultados de la concentración de minerales en hígado (Tabla 17) encontramos que para P, K, Mo, Zn, Sr, Ba no hay diferencia entre los tratamientos ni entre estos y la línea base. Para el Mg se presentan concentraciones no detectadas para los tratamientos 1 y 2 (con alto contenido de ácido fítico) y la mayor concentración para la dieta baja en fitatos aún que en la línea base el contenido de este mineral en la dieta era menor. Confirmando que el elevado nivel de fitatos afecta el depósito de Mg en hígado.

El caso del Ca presentó datos similares al Mg pero las dietas con mayor contenido de Ca son la 2 y 4 (fortificadas) siendo el nivel de Ca en hígado en ambas diferentes significativamente. El que en el tratamiento 2 sea menor nos indica que es el ácido fítico quien impide su aprovechamiento.

Los niveles de Fe en los hígados de las ratas de la línea base son mayores que los de los tratamientos aunque no existe diferencia significativa entre el grupo 1 y 3 con la línea base.

Curiosamente las dietas suplementadas retuvieron menos Fe en el hígado tal vez porque con la suplementación sólo se aumenta de un 2 a 15% en las dietas 2 y 4 respectivamente, además de presentarse en estas dietas valores mayores de Zn que afectan la absorción de Fe.

En los hígados se encontraron decrementos en la tasa de fijación de minerales, todos los tratamientos (Tabla 18) para K, Mo, Fe, Cu, Zn y Sr. Siendo importante destacar que para el P, Na, Mg, Ca se presentan decrementos en las dietas 1, 2 y 3 mientras que en la 4 (BF+M) se presentaron incrementos indicando claramente que con bajo nivel de fitatos y alto contenido de minerales se minimiza el efecto del ácido fítico sobre la disponibilidad de estos minerales.

En el caso de Mg y Ca, hay un decremento completo cuando tenemos altos niveles de ácido fítico (dietas 1 y 2) y esto no cambia con la suplementación (dieta 2). Con bajo nivel de fitatos (dieta 3) aún se presentan decrementos aunque menores cuando este nivel de fitatos es adicionado con vitaminas y minerales, se marca un incremento en el contenido de estos minerales en hígado, principalmente en el calcio.

De manera similar ocurre para el Na y Zn donde en este último aunque se presentan decrementos en todos los tratamientos estas pérdidas son menores en las dietas bajas en fitatos y con minerales.

Cuando se compara la tasa de fijación de minerales en hígado en los tratamientos 1 y 2 (AF y AF+M) encontramos que hay valores negativos en la mayoría de los minerales, excepto Mn y Ni, también que no hay cambio con la suplementación en Mg, Ca y Sr.

Por otra parte observamos que la suplementación mejora (disminuyendo resorción) en P, Na, Zn y Mo y en grado muy pequeño en K. En el tratamiento 2 AF+M se presentan menores niveles de Fe y Cu, debido al imbalance con el Zn como se ha mencionado antes.

Haciendo análisis de los tratamientos 1 (AF) y 3 (BF) apreciamos tasas menos negativas en tratamiento 3 (BF) para la mayoría de los minerales P, Na, Mg, Ca, Fe, Zn y Sr y en menor grado K y Mo.

Cuando la dieta con bajos fitatos es suplementada, se mejora con respecto a la 3 la tasa de fijación de P, Na, Mg, Ca y Ni hasta valores positivos y también mejora Mo, Mn, Zn y Sr aún con valores negativos y no hay mejoría para K, Fe y Cu.

En el análisis de varianza bifactorial de hígado encontramos diferencia significativa para el Ni y Sr y altamente significativa para el Na, Mg, Mn y Cu, indicando que el hígado es un órgano más sensible para detectar cambios en los niveles los minerales mencionados.

Los resultados obtenidos indican que el hígado es un órgano sensible para ver el efecto sobre Ca y Fe, menor que las tibias y confirma que el ácido fítico afecta principalmente al Cu que a otros minerales lo que coincide con resultados reportados por otros autores. (17) (26)

Por otra parte las tibias pudieran ser un buen órgano para medir la fijación de Cu y Mg.

Aceptando de esta manera la hipótesis del trabajo que expresa la asociación entre la biodisponibilidad y el contenido de ácido fítico.

CONCLUSIONES

La composición química de la granola y el contenido de fitatos difiere significativamente en las marcas analizadas.

Entre los lotes estudiados no hay variación en el contenido de Proteínas, Grasas, Fibra, ELN y fitatos pero sí hay diferencia significativa del contenido de humedad y de minerales debido a la variación en su composición. El aporte de nutrimentos de una ración de 50 gr. de granola a una dieta de 2000 cal. es muy variable presentando valores promedio de 10.6% de energía, 10.5% de grasa, 6.8% de proteína, 8.9% de hidratos de carbono y 15.6% de fibra dietética.

El porcentaje del aporte de minerales en una ración de granola es en promedio 9.9 para Ca, 4.9 para P, 12.4 para Fe, 12.16 para Mg y 6.94 para Zn por lo que se puede decir que la granola es fuente de estos nutrimentos.

Considerando los criterios de etiquetado donde un alimento es fuente de nutrimentos cuando aporta más del 5% de su RDA podemos concluir que todas las marcas analizadas son fuente de energía, grasa, proteína, hidratos de carbono, fibra dietética, y aún cuando los minerales también presentan cantidades mayores a 5% de su RDA la biodisponibilidad de los mismos no es completa.

El contenido de fitatos en las granolas es muy variable en las diferentes marcas y mayor a los reportados en los cereales.

Los niveles elevados de fitatos afectan la ganancia de peso y la eficiencia de conversión alimenticia en las ratas alimentadas con estas dietas.

La biodisponibilidad de minerales difiere con los niveles de fitatos siendo el mineral más afectado el Cu aún con bajos niveles de fitatos.

La suplementación es un factor que afecta la biodisponibilidad de minerales mejorándola, aunque algunas veces se presentan inbalances de minerales sobre todo en Fe y Cu, aún cuando los niveles de fitatos son bajos.

Los resultados del incremento de minerales en tibias e hígados como indicadores de bioretención son muy diferentes, lo que señala que el hueso es un tejido donde se observan bien los cambios en Mg y Cu, pero el hígado fue un órgano más sensible para el Ca, Mg, Na, Mn y Cu con los niveles de fitatos y minerales usados en este estudio.

La biodisponibilidad de minerales es afectada por el contenido de fitatos presentes en las muestras, en especial para Cu y Mg (detectado en tibias e hígado) y para Na, Ca, Mn y Ni detectadas sólo en hígado.

Aunque el contenido de minerales en las granolas es bueno, no todos ellos son biodisponibles por la presencia de fitatos.

RECOMENDACIONES

Debido a la variabilidad en los ingredientes y a la diferencia que hay en el contenido de nutrimentos, sería conveniente que cada compañía productora ofreciera información nutrimental completa para una elección más razonada con respecto al contenido de nutrimentos.

Si lo que el consumidor busca es un alto contenido de proteínas recomendaríamos la marca Alhelí que contiene un 12.91%, por el contrario si busca un producto con elevado contenido energético se recomienda la marca Granola Plus Sr. Natural y/o Quaker que aportan más de 460 kcal. en 100 gr. de granola. Y si se busca un producto bajo en grasa puede escoger entre Kellogg's, Roal, Fruit & Nut, Frutinola, Gurnet Granvita y Ricanola con pasas.

Todas las marcas son ricas en minerales y encontramos una gran variabilidad entre los lotes, por lo que es difícil recomendar una marca en especial.

De acuerdo a el análisis de los nutrimentos que aportan podemos expresar que es un producto recomendable para su consumo en todos los grupos de edad y que es mejor consumirla con otros alimentos como leche, yoghurt, etc.

Sin haber realizado un análisis exhaustivo sobre la suplementación, observamos que en términos generales mejora la tasa de fijación de minerales pero, esta debe ser muy cuidadosa para no generar inbalance como se pudo apreciar en la presente investigación con el Cu y el Fe. Por lo que se recomienda realizar investigaciones en este campo del conocimiento.

Continuar con investigaciones sobre el efecto del ácido fítico y otros factores sobre los nutrimentos para tener una visión más real del contenido biodisponible de minerales en los alimentos.

Investigar sobre efecto en el estado nutricional de consumidores de este tipo de productos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agte, V., Chipionkar, S., Neelima, J. and Paknikar Kishore (1994). **Apparent absorption of cooper and zinc from composite vegetarian diets in young indian men** . Ann Nutr. Metab. Vol. 38 p.p. 13-19.
2. Ali H.I., Harland B.F. (1991). **Effects of fiber and phytate in sorghum flour on iron and zinc in weanling rats: a pilot study**. Cereal Chemistry. Vol. 68 No. 3. p.p. 2344-238.
3. AOAC. (1990). **Official methods of analysis**. 11th. de association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., U.S.A.
4. Badui, D.S. (1990). **Química de los alimentos**. Segunda edición. Editorial Alhambra Mexicana.
5. Bronner F. (1993). **Nutrient bioavailability, with special reference to calcium**. Journal of Nutrition Vol. 123 p.p. 797-802.
6. Davidson, L., Almgren, A., Juillerat, M. and Hurrell R. F. (1995). **Manganese absorption in humans. The effect of phytic acid and ascorbic acid in soy formula**. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 62 No. 5 p.p. 984-987.
7. Davis K. R. (1981). **Proximate composition, phytic acid, and total phosphorus of select breakfast cereals**. Cereal Chem. 58(4) p.p. 347-350.

8. Evers W. (1995). **Zinc absorption-EFR 5-44.**
<http://www.cnr.berkeley.edu/departments/nut/html-ducx/extension-docs/etr/etr5-44.html> 1995.
9. Fast R. B. and Caldwell E. F. (1990). **Breakfast cereals and how they are made published by the American Association of Cereal Chemists Ing Minnesota, USA.** p.p. 15-41, 310-316.
10. Forbes Richard M., Weingartner K.E., Parker H.M., Bell R.R. and Erdman, JR. J.W. (1979). **Bioavailability to rats of zinc, magnesium and calcium in casein-egg-and soy protein-containing diets.** Journal of Nutrition Vol. 109 p.p. 1652-1660.
11. Grager J. L. (1992). **Using animals to assess bioavailability of minerals: implications for human nutrition.** J. Nutr. 122 p.p. 2047-2052.
12. Greger, Ch.. (1994). **Nutrition for living.** Fourth edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. (apendix C).
13. Gustafsson E.L., and Sandberg A.S. (1995). **Phytate reduction in brown beans (*Phaseolus vulgaris* L).** Journal of Food Science Vol. 60 No. 1, p.p. 149-152.
14. Khalil A. H. and Mansour E. H. (1995). **The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans.** Food Chemistry 54 p.p. 177-182.

-
15. Khan N., Zaman R., and Manzoor E. (1986). **Efect of processing on the phytic acid content of wheat products.** J. Agric. food Chem Vol. 34 p.p. 1010-1012.
 16. Kent N.L. (1983). **Thecnology of cereals** . Third Edition Pergamon Press p.p. 144-149.
 17. Lásztity, R. and Lásztity, L. (1985). **Advances in cereal science and thechnology.** Edited Y Pomeranz Published by the American Association of Cereal Chemists, Incorporated. p.p. 309-371.
 18. Larsson, M. (1994). **Bioprocessing of oats influence on phytate and mineral bioavailability.** <http://www.lib.chalmers.se/cth/Diss/doc/9495/MarieLarsson.html>1996.
 19. Latune-DadaG.O. and Neale R.J. (1986). **Availability of iron from foods.** Journal of food Technology. Vol. 21 p.p. 255-268.
 20. Le Francois P. (1988). **Phytic acid and zinc contents of cereal products: relation to the manufacturing products.** Journal of Food Composition and analysis. Vol. (1) p.p. 139-145.
 21. Le Francois P. (1988). **Phytic acid and zinc contents of cereal products: relation to the manufacturing process.** Journal of Food Composition and analysis. Vol. 1 p.p. 146-151.
 22. Maham, K., Escott-Stump, S. (1996). **Krause's food nutrition and diet theraphy.** 9th edition. W.B. Saunders Company, p.p. 123-163

-
23. Mason A.C., Weaver C.M., Kimmel S., and Brown R.K. (1993). **Effect of soybean phytate content on calcium bioavailability in mature and immature rats.** Journal Agric Food Chem. Vol. 41. p.p. 246-249.
24. Muños de Chaves M. Chavez A. Ríos, E. Madrigal H. (1993). **Guías de alimentación. Consejos prácticos para alcanzar y mantener un buen estado de nutrición y salud.** Instituto Nacional de la Nutrición (INN) OPS/OMS.
25. Nickel K.P., Nielsen S.S., Smart D.J., Mitchell C.A., and Belury M.A. (1997). **Calcium bioavailability of vegetarian diets in rats: potential application in a bioregenerative life support system.** Journal of food science. Vol. 62, No. 3.
26. Obereas, D. (1966). **Toxicants occurring naturally in foods (Phytates).** National Academy of Sciences, Washington, D.C. 363-371.
27. Ohta, A., Baba S., Takizawa T. (1994). **Effects of fructooligosaccharides on the absorption of magnesium in the magnesium-deficient rat model.** Journal of Nutrition SCI. Vitaminol. Vol. 40. p.p. 171-180.
28. Pallarés I., Campos M.S., López-Aliaga I., Barrionuevo M., Rodríguez-Matos M.C., Gómez-Ayala A.E., Alférez M.J.M., Hartiti Sy Lisboa F. (1996). **Supplementation of a cereal-based diet with heme iron: Interactions between iron and calcium, phosphorus, and magnesium in rat.** Journal Agric. Food Chem. Vol. 44 p.p. 1816-1820.

-
29. Rubio L. A., Grant G., Dewey P., Bremner I., y Pusztai A. (1994). **The intestinal true absorption of ^{65}Zn in rats is adversely affected by diets containing a faba bean (*Vicia faba* L.) Nonstarch polysaccharide fraction.** Journal of Nutrition, Vol. 124 p.p. 2204-2211.
30. Saha P.R. Weaver C., M. and Mason A. C. (1994). **Mineral bioavailability in rats from intrinsically labeled whole wheat flour of various phytate levels.** Agric. Food. Chem. Vol. 42. p.p. 2531-2535.
31. Sheldon, M. D. (1992). **The wellness encyclopedia of food and Nutrition.** Editors of the university of California at Berkeley Wellness Letter. p.p. 299-302, 325-328.
32. Slavin, J. L. (1994). **Whole grains and health: Separating the wheat from the chaff.** Nutrition Today Vol. 29 No. 4 p.p. 6-11.
33. Trugo L. C., Donangelo C. M., Duarte Y. A. and Tavares C. L. (1993). **Phytic acid and selected mineral composition of seed from wild species and cultivated varieties of lupin.** Food Chemistry Vol. 47 p.p. 391-394
34. Thompson L. V. and Serraino M. R. (1986). **Effect of phytic acid reduction on rapeseed protein digestibility and amino acid absorption.** J. Agric. Food Chem. Vol. 34 p.p. 468-469.
35. Wandlaw Gordon M. and Insel Paul M. (1993). **Perspectives in nutrition.** Second edición Mosby-Year Book, Inc. (Appendix A).

36. Wyatt, C.S., Triana-Tejas A. (1994) **Soluble and Insoluble Fe, Zn, Ca and Phytates in Foods Commonly Consumed in Northern Mexico.** Journal of Food Chemistry. Vol. 42. p.p. 2204-2209.
37. Zar, J. H. (1996). **Bioestatistical Analysis.** Prentice-Hall. 3rd. Edition.
38. Zhou J. R., Fordyce E.J., Raboy V., Dickinson D.B., Wong M.S., Burns R.A., and Erdman Jr. J.W. (1992). **Reduction of phytic acid in soybean products improves zinc bioavailability in rats.** The Journal of Nutrition Vol. 122 No. 12, p.p. 2466-2473.