

Efecto del consumo de Cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) sobre los niveles plasmáticos de hierro en Rattus norvegicus con anemia ferropénica inducida

Effect of the intake of Cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) on the plasmatic levels of iron in Rattus norvegicus with induced Iron Deficiency Anaemia

Liliana Llanllaya Rojas¹, Evelin Melendez Licona²

¹Nutricionista. E-mail: lili_ana2007@hotmail.com

²Nutricionista del Centro de Salud La Colina - Arequipa. E-mail: evel_245@hotmail.com

Capacidades adquiridas: Al finalizar el artículo, los lectores podrán:

- Conocer el efecto antianémico del alga cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) en rattus norvegicus con anemia ferropénica inducida.
- Reconocer que el tratamiento con cochayuyo mejora los niveles de hierro en ratas con anemia ferropénica.
- Conocer la importancia del consumo del alga cochayuyo para prevenir y tratar la anemia.

Resumen

Objetivo. Determinar el efecto de la administración de harina de Chondracanthus chamissoi (cochayuyo) sobre los niveles de hierro en Rattus Norvegicus con anemia ferropénica inducida. **Materiales y métodos.** Estudio de tipo experimental. La población de estudio estuvo constituida por 20 unidades experimentales: Rattus norvegicus de 3 meses de edad y pesos entre 250 g y 300 g, las cuales fueron sometidas a un periodo de adaptación de una semana; luego se formaron 4 grupos los cuales recibieron una dieta baja en hierro antes y durante el experimento. Los tratamientos administrados fueron: Grupo Control recibió una dosis 1mg/kg/día de sulfato ferroso, dos Grupos Experimentales que recibieron 1.5 g/kg/día y 1.0 g/Kg/día de harina de Cochayuyo respectivamente y el Grupo Blanco que no recibió ningún tratamiento; los tratamientos fueron administrados por vía orogástrica en ayunas en todos los casos. Se midieron los niveles de Hemoglobina, Ferremia, Transferrina y Porcentaje de Saturación de Transferrina en los cuatro grupos. **Resultados.** Los valores basales promedio y los valores que confirmaron el cuadro de anemia de los cuatro grupos de estudio no tuvieron diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre ellos. Los valores promedio obtenidos luego del periodo de recuperación a los 30 días en los grupos Experimentales N°1 (1.5g/kg/día de cochayuyo), N°2 (1.0g/kg/día de cochayuyo), Grupo Control y Grupo Blanco para hemoglobina fueron 16.92, 13.82, 17.52 y 8.77(g/dl) respectivamente; para Ferremia 210.8, 174.39, 243 y 144.2(μ g/dl) respectivamente; para Transferrina 579.87, 621.39, 551.2 y 612(μ g/dl) respectivamente y para el Porcentaje de Saturación de Transferrina 36.36, 28.06, 44.08 y 23.56 (%) respectivamente; mostraron una diferencia significativa. **Conclusión.** El tratamiento con Chondracanthus chamissoi (cochayuyo) tuvo un efecto positivo sobre la mejora de las variables estudiadas.

Palabras claves: anemia ferropénica, hemoglobina, ferremia, transferrina, porcentaje de saturación de transferrina, Cochayuyo (Chondracanthus chamissoi)

Abstract

Objetivo. Determine the effect of the administration of *Chondracanthus chamissoi* (cochayuyo) flour on the plasmatic levels of iron in *Rattus norvegicus* with induced Iron Deficiency Anaemia. **Methods and materials.** The research was experimental. The study population was composed by 20 experimental units: 3 years old *Rattus norvegicus* with weight between 250 g and 300 g which were undergone an adaptation period of one week; after that, four groups were formed which received a low iron diet before and after the treatment. The administered treatments were: the control group received a dose of 1 mg/kg/day ferrous sulfate, 2 experimental groups received 1.5 g/kg/day and 1.0 g/Kg/day Cochayuyo flour respectively and the blank group did not received any treatment; in every case, the treatments were administered by oral way and fasting. Finally, hemoglobin, serum iron, transferrin and transferrin saturation percentage were measured in the four groups. **Results.** There was no significant difference ($P \geq 0.05$) in the average baseline values and the values which confirmed the diagnostic of anaemia in the four groups. There was significant difference in the results of hemoglobin 16.92 g/dl, 13.82 g/dl, 17.52 g/dl y 8.77 g/d; serum iron 210.8 ug/dl, 174.39 ug/dl, 243 ug/dl, 144.2 μ g/d); Transferrin 579.87 ug/dl, 621.39 ug/dl, 551.2 ug/dl y 612 μ g/dl and Transferrin saturation percentage 36.36 %, 28.06 %, 44.08 % y 23.56 % for the Experimental Group 1, the Experimental Group 2, the Control Group and the blank Group, respectively after 30 day of the period of recovering. **Conclusion.** The treatment with *Chondracanthus chamissoi* (cochayuyo) showed an positive effect on the recovering of the study variables.

Keywords: iron deficiency anemia, hemoglobin, serum iron, transferrin, transferrin saturation percentage, Cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

1. Introducción

La deficiencia de micronutrientes es uno de los problemas de nutrición y salud pública más significativos en los países en vías de desarrollo y en algunos grupos poblacionales de los países desarrollados (1). En la actualidad, la insuficiencia de hierro es la principal deficiencia de micronutrientes en el mundo y afecta a millones de individuos durante las diferentes etapas de su ciclo vital; en especial a los lactantes, niños pequeños, mujeres embarazadas, pero igualmente a niños mayores, adolescentes y mujeres en edad reproductiva (2). El 59.6% de niños sufre de anemia en la región de Arequipa, presentándose en un 50 % en niños menores de 5 años de las partes altas y zonas rurales, siendo éstos los valores más elevados (3).

La anemia se define como el estado patológico que se caracteriza por la presencia de un número insuficiente de eritrocitos (glóbulos rojos [GR]), por una insuficiencia en la cantidad de hemoglobina o del hematocrito en sangre o por una concentración inferior de lo normal en todos ellos. Las anemias pueden ser

macrocíticas (frecuentes en niños, asociadas con déficit de B9 y B12 y caracterizadas por un volumen corpuscular medio por encima de los valores normales); normocíticas (causadas principalmente por pancitopenia, destrucción aumentada o una baja producción de hematíes); y microcíticas (frecuentes en niños y asociada con el déficit de hierro) (4,5). En este contexto, la anemia por deficiencia de hierro es la forma de anemia más prevalente en el mundo. Entre sus causas podemos citar: disminución en el aporte, aumento de las necesidades o aumento de las pérdidas de hierro (hemorragias) (6,7,8). Lamentablemente, más del 45% de los niños que la padecen pueden ser asintomáticos con lo cual el impacto negativo sobre el desarrollo cognitivo puede ser devastador cuando la anemia se detecta tardíamente.

La suplementación con hierro y la dieta son las principales herramientas en el tratamiento y/o la prevención de la anemia ferropénica. El preparado más utilizado en la prevención y tratamiento de la anemia por deficiencia de hierro es el sulfato ferroso, aunque también se emplean formas ferrosas de lactato, fumarato,

Por lo descrito, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la administración de harina de *Chondracanthus chamissoi* (cochayuyo) sobre los niveles de hierro en *Rattus Norvegicus* con anemia ferropénica inducida.

2. Materiales y métodos

Estudio de tipo experimental desarrollado en el Bioterio de la Facultad Biología de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa - Perú.

2.1 Características de la muestra

La muestra biológica estuvo constituida de 20 *Rattus norvegicus*, Variedad Sprague Dawley, que cumplían con todos los criterios de inclusión, las cuales pasaron por un periodo de adaptación de una semana, y luego, se les realizó un dosaje de los niveles basales de hierro sérico. La inducción de anemia se realizó mediante punción con un tubo capilar en el ángulo interno del ojo de cada unidad biológica (rata) hasta la obtención de un aproximado de 3ml de sangre; seguidamente se desechó la muestra obtenida. Este procedimiento se realizó cada 7 días por el lapso de 4 semanas (28 días) después de las cuales se les otorgó a las unidades experimentales (ratas) un tiempo de readaptación y descanso de 2 semanas (14 días), seguidamente el cuadro de anemia fue confirmado.

Criterios de Inclusión

- ◆ *Rattus norvegicus*, Variedad Sprague Dawley, machos.
- ◆ Con alrededor de 3 meses de edad.
- ◆ Con pesos entre 250-300g.

Criterios de Exclusión

- ◆ Ratas que presenten alguna enfermedad o hayan participado de otro experimento.

2.2 Distribución de la muestra biológica

La distribución de la muestra biológica se realizó de modo aleatorio formándose cuatro grupos: un grupo control, un grupo blanco y dos grupos experimentales (18,19) (figura 1).

i. Grupo control. Conformado por 5 unidades biológicas con anemia ferropénica inducida, a las cuales se les administró diariamente un suplemento de 1mg/Kg/día de sulfato ferroso en ayunas acompañado a la dieta habitual.

ii. Grupo blanco. Conformado por 5 unidades biológicas con anemia ferropénica inducida, a las cuales se les administró la dieta habitual y ningún tratamiento para combatir la anemia ferropénica.

iii. Grupo experimental. Conformado por 10 unidades biológicas con anemia ferropénica inducida, estuvo dividido en dos subgrupos; a las cuales se les administró diferentes dosis de micropulverizado de cochayuyo:

- **Grupo experimental N°1.** Conformado por 5 unidades biológicas a las cuales se les administró 1.5g/Kg/día de cochayuyo en polvo que correspondía a 0.4g de cochayuyo al día (0.13mg de hierro), cantidad respectiva en relación a su peso; este tratamiento fue administrado durante un mes.
- **Grupo experimental N°2.** Conformado por 5 unidades biológicas a las cuales se les administró 1.0g/Kg/día de cochayuyo en polvo que correspondía a 0.3g de cochayuyo al día (0.1mg de hierro), cantidad respectiva en relación a su peso; este tratamiento fue administrado durante un mes.

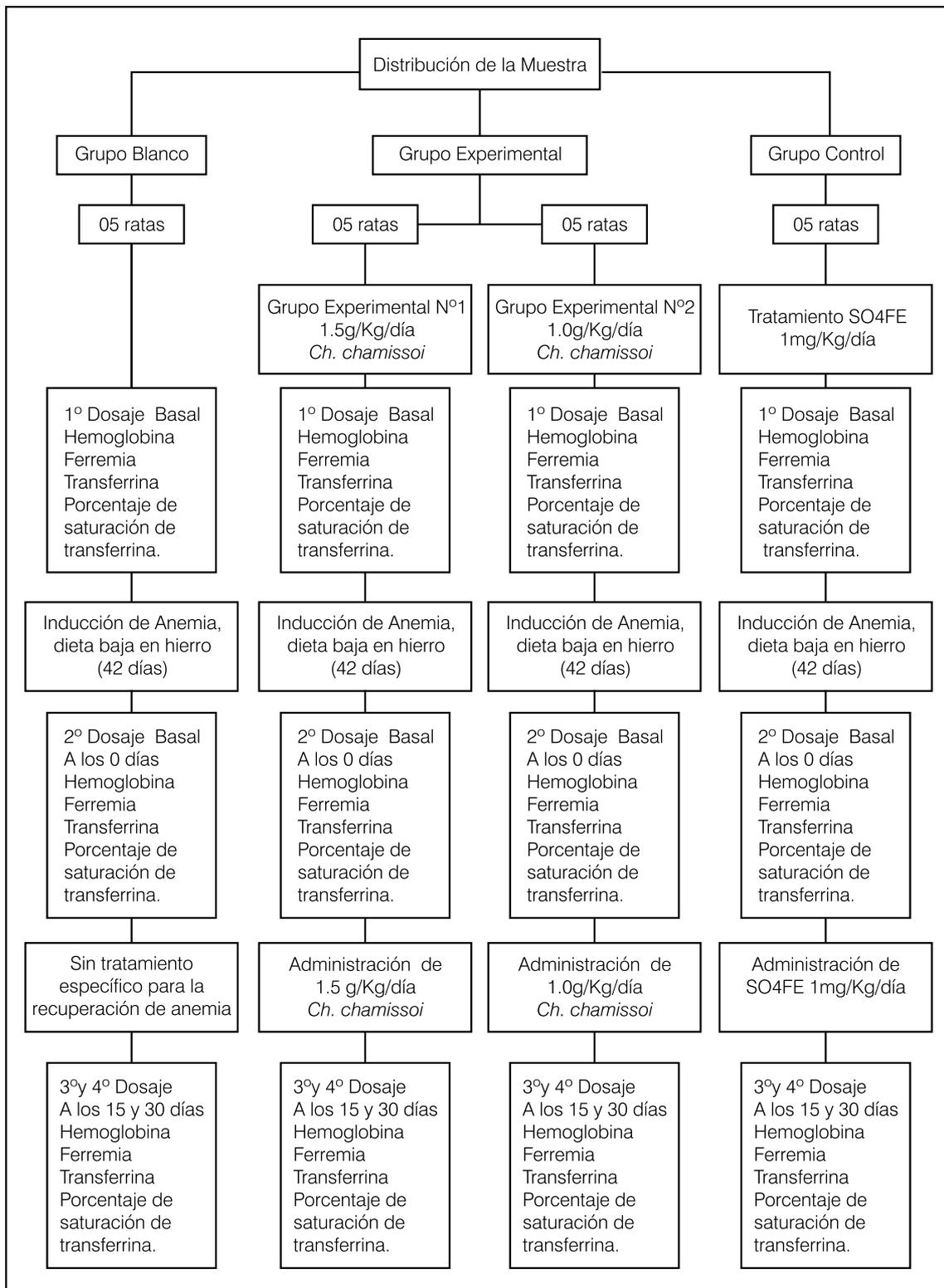


Figura 1.
Distribución de la muestra biológica.

2.3 Métodos experimentales

Obtención de la sangre

Una vez adaptadas las unidades biológicas (ratas), se procedió a obtener una muestra de sangre (basal) para determinar los niveles de hemoglobina, ferremia, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina. La muestra sanguínea fue obtenida mediante punción con un tubo capilar en el ángulo interno del ojo de cada unidad biológica (rata) hasta obtener un aproximado de 3 ml de sangre la que fue recogida en un tubo de ensayo previamente esterilizado y codificado (20,21).

Inducción de la anemia ferropénica

a. Sangría. Una vez por semana durante 4 semanas se extrajo 3 ml de sangre por punción

con un tubo capilar en el ángulo interno del ojo de cada unidad biológica (rata); la sangre fue luego desechada. Después de las 4 semanas iniciales las unidades experimentales recibieron un tiempo de readaptación y descanso de 2 semanas (14 días), después de los cuales el cuadro de anemia fue confirmado (20,21).

b. Elaboración de la dieta. Para complementar el proceso de inducción de anemia antes y durante el periodo de experimentación, las unidades biológicas recibieron una dieta baja en hierro; los nutrientes se tomaron en cuenta de acuerdo a los requerimientos de las ratas raza *norvegicus*. Esta dieta estuvo integrada por maicena (11.6g), claras de huevo (16g), y aceite vegetal (1.45ml) (tabla 2)(22).

Tabla 2.
Composición Nutricional de la dieta administrada a las unidades biológicas

Alimento	Cantidad (g)	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Grasas (g)	CHOS (g)	Hierro (mg)	Ac. Asc. (µg)
Clara de huevo	16,00	7,78	1,73	0,03	0,14	0,00	0,00
Maicena	11,60	40,72	0,07	0,02	10,06	0,00	0,00
Aceite vegetal	1,45	13,05	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
Total	29,05	61,54	1,80	1,51	10,20	0,00	0,00

Fuente: Referencia 22.

2.4 Periodo de tratamiento

Dosificación y administración del alga *Chondracanthus chamissoi*

La dosificación se realizó teniendo en cuenta diferentes investigaciones revisadas con anterioridad (18,19). El Grupo Experimental Número N°1 recibió 1.5g/Kg/día de micropulverizado de cochayuyo lo que corresponde a 0.4g de cochayuyo (0.13mg de hierro), a cada rata teniendo en cuenta los pesos de este grupo; el Grupo Experimental N°2 recibió 1.0g/Kg/día de micropulverizado de cochayuyo lo que corresponde a 0.3g de cochayuyo (0.1mg. de hierro), a cada rata

teniendo en cuenta los pesos de este grupo. La administración del alga en polvo fue hecha previa disolución de la misma en 10ml de agua hervida fría para ambos tratamientos; la vía de administración fue orogástrica (18,19).

Administración de sulfato ferroso

Las unidades biológicas recibieron 1mg/kg/día de sulfato ferroso por vía orogástrica, mediante canulación, en ayunas, entre las 7 y 8 de la mañana, 12 horas después de darle su última comida y 1 hora antes de darle sus alimentos (3, 11,23).

Método para la obtención de la muestra experimental de *Chondracanthus chamissoi*

El alga marina *Chondracanthus chamissoi* "Cochayuyo", fue adquirido en tiendas de expendio. Para la selección del producto se tomo en cuenta el tamaño, color y aspecto interno. Luego, las algas fueron lavadas con agua potable y se eliminó cualquier materia extraña perceptible macroscópicamente. Antes del proceso de secado, se realizó un primer pesado para valorar de forma confiable la merma que se produciría a raíz del proceso de elaboración. El secado fue hecho a temperatura ambiente

y bajo sombra, de manera natural durante 4 horas. A continuación se efectuó un segundo pesado para valorar el cambio en el peso de fresco a seco. La muestra fue almacenada protegida con papel aluminio y bolsa de polietileno por un par de horas. Posteriormente se procedió a la desecación y pulverización de la muestra experimental por un periodo de 24 horas a 30°C en una estufa. En la última etapa, la muestra fue pulverizada empleando una moladora eléctrica especial hasta obtener pequeños gránulos. El producto final fue pesado por tercera y última vez (15) (figura 2).

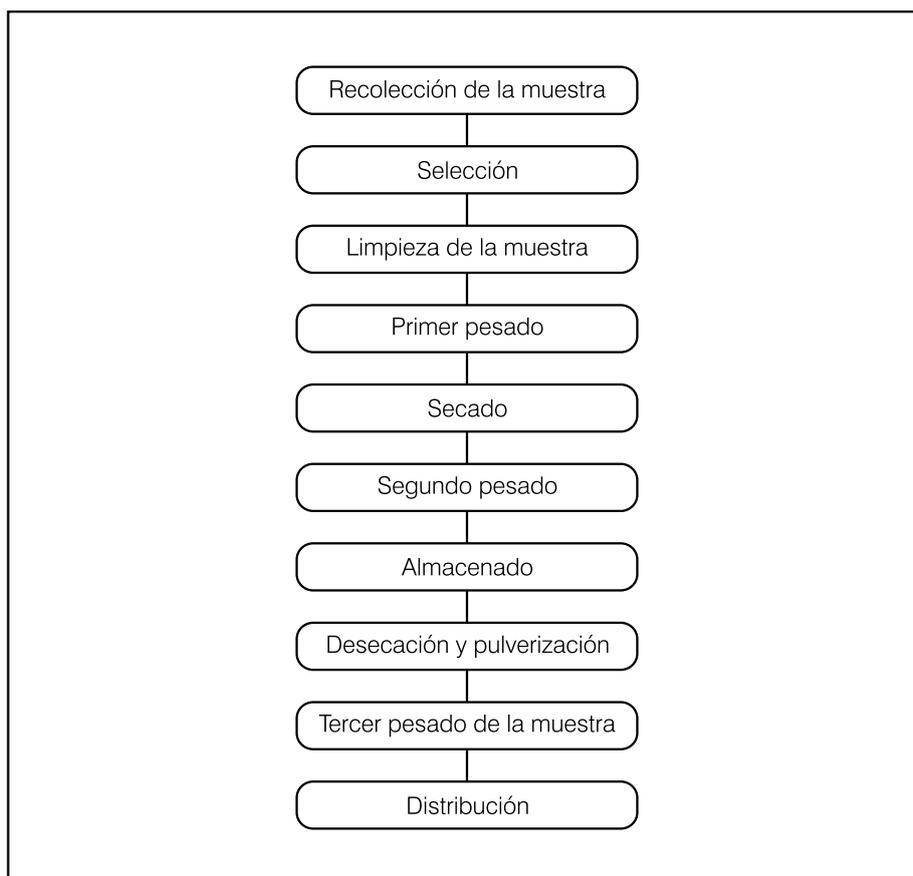


Figura 2.
Flujograma de obtención de la muestra experimental de Cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*).

2.5 Métodos analíticos

Determinación de los niveles de hemoglobina

El fundamento del método empleado se describe a continuación. El reactivo de Hemoglobina VALTEK se basa en el método de la cianmetahemoglobina. Los eritrocitos son lisados por acción de un agente tensioactivo presente en el reactivo, liberando su contenido de Hemoglobina en la solución (24). La Hemoglobina liberada es oxidada a metahemoglobina por el ferricianuro, siendo esta última convertida en cianmetahemoglobina por la presencia de cianuro. La absorbancia de la cianmetahemoglobina es medida a 540nm, siendo la intensidad del color obtenida, directamente proporcional a la concentración de Hemoglobina en la muestra (24).

Los reactivos empleados fueron:

- Reactivo de Hemoglobina:

Ferricianuro de Potasio	0,6 mM
Cianuro de Potasio	0,7 mM
Sterox-SE	1 ml/L
Buffer y estabilizantes no reactivos	c.s.
- Standard Hemoglobina:

Metahemoglobina disuelta en reactivo de hemoglobina equivalente a 18 g/dl de hemoglobina.

La sangre total fue obtenida utilizando EDTA como anticoagulante. Se empleó un Espectrofotómetro o fotocolorímetro de filtros capaz de leer absorbancia a 540 nm (Rango 520 a 560 nm), cronómetro y pipetas.

Los cálculos efectuados fueron los siguientes:

$$\text{Factor} = \frac{18}{\text{Absorbancia Standard}}$$

$$\text{Hemoglobina (g/dl)} = \text{Factor} \times \text{Absorbancia desconocido}$$

Rangos de referencia

Hombre : 14.0 a 18.0 g/dl.
Mujer : 12.0 a 16.0 g/dl.

Determinación de los niveles de ferremia

El fundamento del método se describe a continuación. El hierro sérico se determina disociando el Fe (III) unido a proteínas mediante un buffer ácido que contiene como reductor clorhidrato de hidroxilamina. El Fe (II) producto de esta etapa reacciona con el agente cromogénico generando un complejo coloreado que se mide fotométricamente a 560nm (25).

Los reactivos empleados incluyeron:

- Buffer ácido

Buffer acetato pH 4.0	200 mM
Hidroxilamina clorhidrato	100 mM
Surfactantes y estabilizantes	c.s.
- Reactivo color

Ferrozina	5 mM
Hidroxilamina clorhidrato	100 mM
- Solución estándar

Fe(II) en hidroxilamina clorhidrato 500 µg/dl

Como muestra se empleó suero fresco, libre de hemólisis o plasma heparinizado. El equipo empleado fue un Espectrofotómetro automático, en el cual se hizo de cuberas de medición de espectrofotómetro para realizar las lecturas de las absorbancias correspondientes a 560nm (Rango 540-570nm), baño termostático, cronómetro y pipetas.

Los cálculos desarrollados fueron:

$$\text{Ferremia (}\mu\text{g/dl)} = \frac{A2 \text{ muestra} - A1 \text{ muestra}}{A2 \text{ standard} - A1 \text{ standard}} \times 500$$

Rangos de referencia para ferremia:

Recién nacido	100-250 µg/dl
Niños	50-120 µg/dl
Adultos	
Hombres	50 - 160 µg/dl
Mujeres	40 - 150 µg/dl

NOTA: Los valores de la ferremia varían en los recién nacidos y niños, éstos deben ser establecidos en cada laboratorio.

Determinación de los niveles de transferrina

El fundamento del método se describe a continuación. La Capacidad de Fijación de Hierro (T.I.B.C) se obtiene de la suma de la concentración de Hierro sérico y la Capacidad de Fijación de Hierro Insaturado (U.I.B.C.) tras la saturación de la muestra con Fe (II) en una solución alcalina. Este método mide la U.I.B.C. de la muestra (26).

Los reactivos empleados fueron:

- Buffer alcalino
Buffer Tris pH 8.0 200 mM.
Preservantes y surfactantes c.s.

- Reactivo color
Ferrozina 5 mM.
Hidroxilamina clorhidrato 100 mM.

- Solución estándar
Fe (II) en hidroxilamina clorhidrato 500 µg./dl.

Como muestra se empleó suero fresco, libre de hemólisis o plasma heparinizado. El equipo empleado fue un Espectrofotómetro automático, en el cual se hizo de cuberas de medición de espectrofotómetro para realizar las lecturas de las absorbancias correspondientes a 560nm (Rango 540 - 570 nm.), baño termorregulado, cronómetro y pipetas.

Los cálculos desarrollados fueron los siguiente:

$$\text{UIBC } (\mu\text{g/dl}) = 500 \cdot \frac{A2 \text{ muestra} - A1 \text{ muestra}}{A2 \text{ standard} - A1 \text{ standard}} \times 500$$

$$\text{TIBC } (\mu\text{g./dl}) = \text{Ferremia } (\mu\text{g./dl.}) + \text{UIBC } (\mu\text{g./dl.})$$

$$\% \text{ Saturación} = \frac{\text{Ferremia } (\mu\text{g./dl.})}{\text{TIBC } (\mu\text{g./dl.})}$$

Rangos de referencia para TIBC
Hasta 6 años : 100 - 400µg/dl
Sobre 6 años : 250 - 400µg/dl
% Saturación : 20 - 55%

Determinación de los niveles de porcentaje de saturación de transferrina

Habitualmente se realiza la determinación de hierro sérico juntamente con la determinación de transferrina. En ese caso se informa tres valores: hierro sérico, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina, que se calcula de la siguiente manera (26):

$$\text{Porcentaje de saturación} = \frac{\text{Ferremia } (\mu\text{g./dl.})}{\text{Transferrina } (\mu\text{g./dl})} \times 100$$

*valores de referencia: 20-55% en adultos normales.

3. Resultados

En la tabla 3 observamos similitud de los valores de hemoglobina en los cuatro grupos durante la etapa inicial(basal), así como en la etapa de anemia; a los 15 días de tratamiento se observa un incremento de los niveles de hemoglobina en el grupo Experimental N°1 y N°2 al 72% y 61% respectivamente y en el grupo control al 81%. A los 30 días de tratamiento los Grupos Experimentales N°1 y N°2 se recuperaron al 95% y 76% respectivamente, mientras el Grupo Control lo hizo al 100% (Figura 3).

Al analizar los niveles de Ferremia mostrados en la tabla 4 podemos observar que, los grupos inician homogéneamente ya que no hay diferencia significativa de los valores de Ferremia en los cuatro grupos durante la etapa inicial(basal), así como en la etapa de anemia; a los 15 días de tratamiento se observa un incremento de los niveles de Ferremia en los grupos experimentales N°1 y N°2 al 64% y 67% respectivamente y en el Grupo Control al 64%. A los 30 días de tratamiento los Grupos Experimentales N°1 y N°2 se recuperaron al 84% y 72% respectivamente, mientras el grupo control lo hizo al 100%(Figura 4).

En la tabla 5 observamos el comportamiento de la Transferrina durante el proceso experimental comparando a los diversos grupos experimentales durante las diferentes etapas de evaluación; observamos que al inicio (basal)

y una vez confirmada el cuadro de anemia los valores entre los grupos de estudio no presentan diferencia significativa; vemos a los 15 días una disminución en los grupos tratados con cochayuyo y sulfato ferroso mas no en el grupo blanco; ello indica una recuperación de los grupos experimentales N°1 y N°2 al 35% y 30% respectivamente; y el grupo control al 29%. A los 30 días de evaluación se observa una disminución casi como al inicio del tratamiento en los grupos tratados con cochayuyo y sulfato

ferroso; ello representa una recuperación de los Grupos Experimentales N°1 y N°2 al 87% y 73% respectivamente; y el Grupo Control al 94%; debido a que la transferrina se ve afectada por la cantidad de hierro presente en el organismo, más el Grupo Blanco sigue manteniendo sus valores debido a que sigue careciendo en sus niveles normales de hierro y los niveles de transferrina continúan elevados(Figura 5).

Tabla 3
Hemoglobina promedio (g/dl) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento recibido con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Hemoglobina (g/dl)	Basal (a)	Basal – Anemia (b)	15 días (C)	15 días (%)	30 días (d)	30 días (%)	P	Significancia
Grupo Blanco	17,16	9,27	9,63	56	8,77	51	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°1 1.5 g/kg/día	17,8	8,73	12,74	72	16,92	95	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°2 1.0 g/kg/día	18,12	8,84	11,03	61	13,82	76	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Control Sulfato ferroso 1mg/kg/día	16,79	8,91	13,61	81	17,52	104	0,00	P < 0,05 S.S
P	P >0,05	P >0,05	P < 0,05		P < 0,05			
Significancia	N.S.	N.S.	S.S.		S.S.			

^{abc}TUKEY (P<0.05)

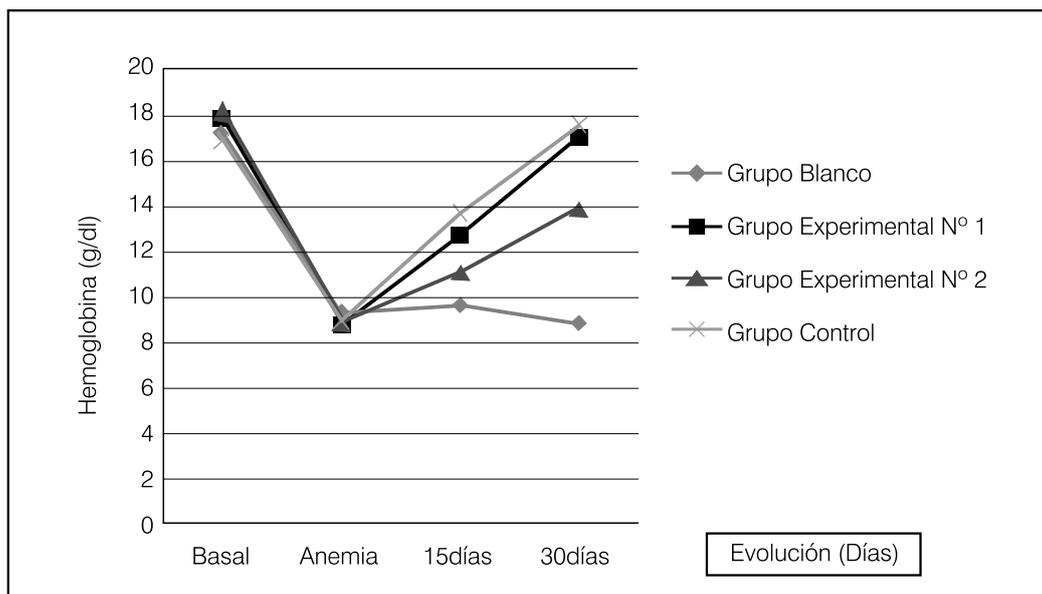


Figura 3. Hemoglobina promedio (g/dl) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento recibido con Cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Tabla 4. Ferremia promedio ($\mu\text{g./dl.}$) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Ferremia ($\mu\text{g./dl.}$)	Basal (a)	Basal - Anemia (b)	15 días (C)	15 días (%)	30 días (d)	30 días (%)	P	Significancia
Grupo Blanco	244,83	144,65	141,8	58	144,2	59	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°1 1.5 g/kg/día	251,46	139,6	160,2	64	210,8	84	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°2 1.0 g/kg/día	241,35	140,4	162,4	67	174,39	72	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Control Sulfato ferroso 1mg/kg/día	243,8	140	155,8	64	243	100	0,00	P < 0,05 S.S
P	P > 0,05	P > 0,05	P < 0,05		P < 0,05			
Significancia	N.S.	N.S.	S.S.		S.S.			

^{abc}TUKEY (P < 0.05)

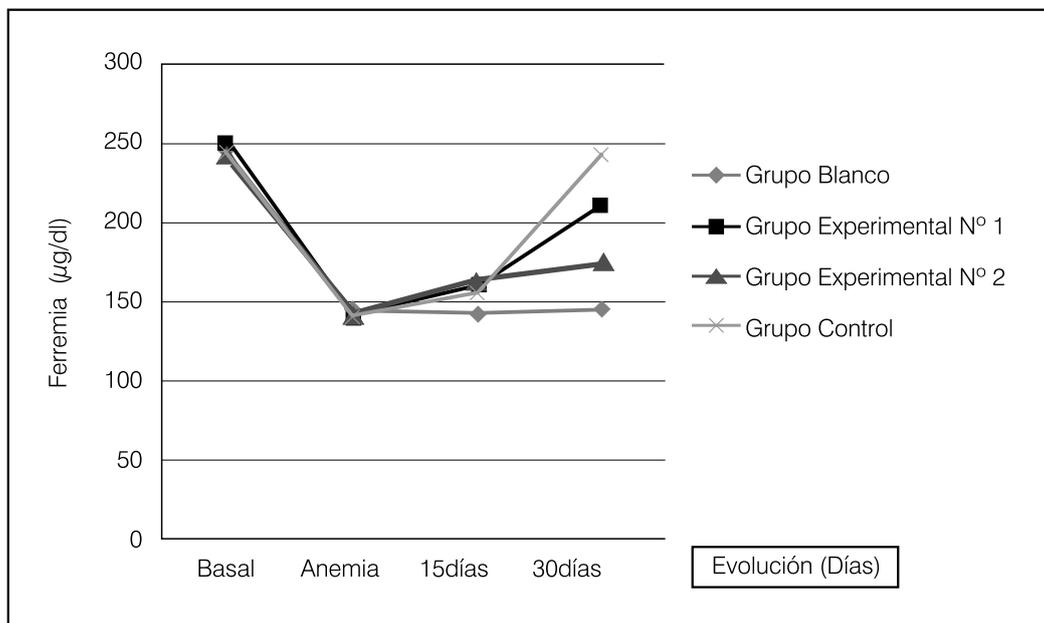


Figura 4. Ferremia promedio ($\mu\text{g/dl}$) de *Rattus norvegicus* tratadas con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Tabla 5. Transferrina promedio ($\mu\text{g/dl}$) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Transferrina ($\mu\text{g/dl}$)	Basal (a)	Basal – Anemia (b)	15 días (C)	15 días (%)	30 días (d)	30 días (%)	P	Significancia
Grupo Blanco	535,16	829,55	744,59	29	612	74	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°1 1.5 g/kg/día	541,8	839,78	735	35	579,87	87	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°2 1.0 g/kg/día	542,2	840,41	750,39	30	621,39	73	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Control Sulfato ferroso 1mg/kg/día	533,85	827,47	742,79	29	551,2	94	0,00	P < 0,05 S.S
P	P > 0,05	P > 0,05	P < 0,05		P < 0,05			
Significancia	N.S.	N.S.	S.S.		S.S.			

^{abc}TUKEY (P < 0.05)

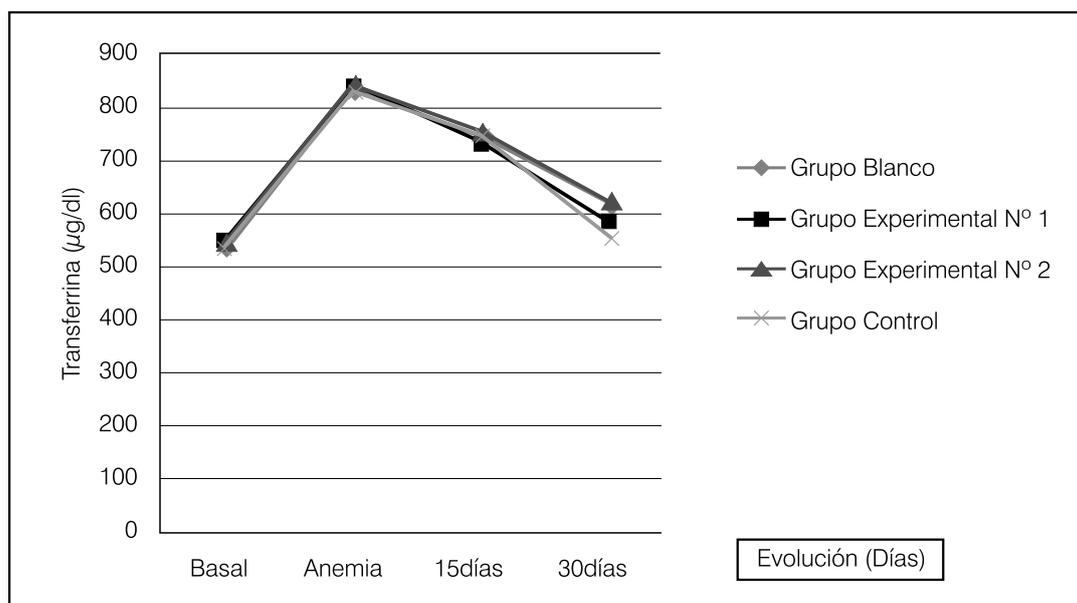


Figura 5.

Transferrina promedio (µg/dl) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

En la Tabla 6 nos muestra resultados homogéneos, observamos que al inicio (basal) y una vez confirmada el cuadro de anemia los valores entre los grupos de estudio no presentan diferencia significativa; a los 15 días de tratamiento se observa un incremento de los niveles de Porcentaje de Saturación en los

grupos experimentales N°1 y N°2 al 48% y 49% respectivamente y en el grupo control al 46%. A los 30 días de tratamiento los Grupos Experimentales N°1 y N°2 se recuperaron al 80% y 63% respectivamente, mientras el grupo control lo hizo al 97%.

Tabla 6.

Porcentaje de saturación promedio (%) de *Rattus norvegicus* tratadas con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

Porcentaje de saturación (%)	Basal (a)	Basal - Anemia (b)	15 días (C)	15 días (%)	30 días (d)	30 días (%)	P	Significancia
Grupo Blanco	45,74	17,43	19,04	42	23,56	52	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°1 1.5 g/kg/día	45,71	16,62	21,79	48	36,36	80	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Experimental N°2 1.0 g/kg/día	44,51	16,7	21,63	49	28,06	63	0,00	P < 0,05 S.S
Grupo Control Sulfato ferroso 1mg/kg/día	45,66	16,92	20,97	46	44,08	97	0,00	P < 0,05 S.S
P	P > 0,05	P > 0,05	P < 0,05		P < 0,05			
Significancia	N.S.	N.S.	S.S.		S.S.			

^{abc}TUKEY (P < 0.05)

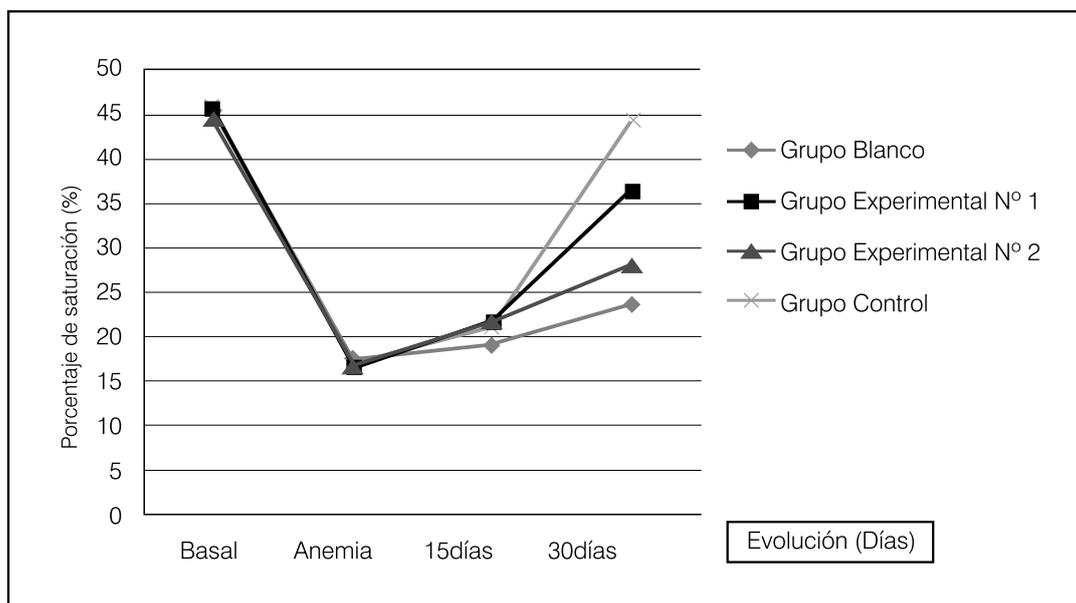


Figura 6. Porcentajes de saturación promedio (%) de *Rattus norvegicus* antes y después del tratamiento con cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*)

4. Discusión

Los valores obtenidos para la hemoglobina mostraron cambios significativos al terminar el ensayo, hasta casi llegar a los valores normales (basales). Trabajos anteriores han estudiado el efecto del consumo de cucucho, espirulina y muña sobre los niveles de hierro en unidades biológicas similares con resultados parecidos. Cervantes C. (27) el "Efecto del consumo de Cucucho (*Luzula Vulcanica* Liebman) sobre niveles de hierro en ratas con anemia ferropénica inducida por sangría". Como parte del trabajo administró 1g/día de Cucucho a 5 unidades experimentales durante 30 días de tratamiento comparándola con un grupo Blanco (sin tratamiento específico) conformado por 5 ratas y el grupo control con sulfato ferroso, observándose un incremento en los niveles de hemoglobina después de producirse experimentalmente la anemia ferropénica. Ccalla P. (2003) estudio el "Efecto de la Spirulina Platensis en anemia ferropénica inducida a ratas"; y concluyó que al término del tratamiento encontró una diferencia significativa entre el

grupo tratado con Spirulina y sulfato ferroso en comparación con su grupo blanco. El mismo resultado fue mostrado por Coasaca Gayona, N. (28), en su trabajo de investigación: "Efecto del consumo de Muña en los niveles de hemoglobina, hierro sérico, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina en ratas con anemia ferropénica inducida"; donde indicó que al final del tratamiento existía una diferencia altamente significativa entre el grupo tratado con Muña y sulfato ferroso en comparación con el grupo blanco. En nuestro estudio se produjeron resultados similares en los valores de hemoglobina; sin embargo, estos resultados fueron ligeramente inferiores a los niveles alcanzados por la Spirulina y el Cucucho.

En cuanto a la Ferremia estudios anteriores como Guajardo Aguila, Y. (1997), en su trabajo titulado "Biodisponibilidad del hierro de la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en ratas con anemia ferropénica" indicó que al final del tratamiento existía una diferencia altamente significativa entre el grupo tratado con Kiwicha y

sulfato ferroso en comparación con el grupo que recibía el placebo (29).

Acosta Alanya E. (2004), en su estudio sobre: "Evaluación de la absorción de hierro contenido en la *Spirulina Platensis* por el método de absorción atómica en la recuperación de ratas con anemia ferropénica"; señaló que el contenido de hierro en la *Spirulina Platensis*, presenta una mayor absorción a nivel intestinal y su progreso en la recuperación de la anemia ferropénica obtuvo mejores resultados; muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ella debido a que el grupo recibió una dieta baja en hierro y no recibió tratamiento, por lo tanto la anemia inducida no fue superada y no se recuperaron los niveles iniciales de ferremia; mientras que en el tratamiento realizado con *Chondracanthus chamissoi* (cochayuyo) en dosis de 1.5g/kg/día podemos apreciar un incremento significativo de los niveles de ferremia a los 15 y 30 días de

tratamiento, ya que este grupo recibió la cantidad considerada necesaria de hierro proveniente de esta alga; de otro lado el grupo tratado con sulfato ferroso muestra de la misma forma un incremento en los niveles de ferremia recuperando las unidades de experimentación a los 30 días de tratamiento, ya que el sulfato ferroso es el medicamento más utilizado para combatir esta enfermedad debido a su mejor absorción.

En conclusión, el tratamiento con *Chondracanthus chamissoi* (cochayuyo) tuvo un efecto positivo sobre la mejora de las variables estudiadas.

Recibido el 12 de Diciembre del 2012.

Aceptado para Publicación el 22 de Febrero del 2013.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Arredondo M., Martínez R., Nuñez M., Ruz M., Olivares M. (2008). "Inhibición de la captación de hierro y cobre, por hierro, cobre y zinc: Relaciones molares óptimas", *Nutrición Salud y Bienestar*, vol, N° 2, 39:4-14. Lima - Perú
2. Cook J., Skikne B., Baynes R. (2007). "Iron deficiency: the global perspective", *Adv. Exp Med Biol*.
3. Mesa de Concertación de Lucha Contra la Pobreza. (2011). "El 59.6 por ciento de niños sufre de anemia en Arequipa", *Prensa RPP*. Lima - Perú. http://www.rpp.com.pe/2011-02-02-el-59-6-por-ciento-de-ninos-sufre-de-anemia-en-arequipa-noticia_333052.html.
4. Baiocchi, N. (2006). "Anemia por deficiencia de Hierro". *Hospital Cayetano Heredia, Revista Peruana de Pediatría*. Lima-Perú.
5. Fernandez N. Aguirrez B. (2006). "Anemias en la Infancia: Anemia Ferropénica"- *Bol Pediatr*; 46: 311-317. España.
6. Blesa L. (2008). "Anemia Ferropénica". *Pediatría Integral*; XII(5):457-464. Centro de Salud Serrería II. Valencia-España.
7. Haro, F. (2006). "Biodisponibilidad de diferentes compuestos de hierro añadidos a un néctar de frutas funcional. Interacción con las vitaminas y fructo-oligosacáridos", *Universidad de Murcia*. Murcia-España.
8. Núñez, A. Ulloa, M. (2010). "Anemia Y Desarrollo Cognitivo En Niños De 3 A 5 Años De La Institución Educativa 06 "Cuadritos" Distrito De Laredo", *Universidad César Vallejo*. Trujillo - Perú.
9. Abós, E. (2004) "Guía Clínica de Actuación Diagnóstica y Terapéutica en la Anemia Ferropénica". Zaragoza-España
10. Rossell, A. Juan, L. (2010). "Anemias". *Servicio de Hematología H. U. Valencia-España*.
11. Jimenez, R. Martos, E. (2005). "Metabolismo del Hierro", *APediatrContin*; 3(6):352-6.
12. Pérez, G. Vittori, D. (2005). "Homeostasis del hierro. Mecanismos de absorción, captación celular y regulación". *Laboratorio de Análisis Biológicos, Universidad de Buenos Aires, Acta BioquimClinLatinoam*; 39(3):301-14.
13. Romero, F. (2008). "Estabilidad de Vitaminas, Vida Comercial y Bioaccesibilidad de Folatos - Hierro en Fórmulas Infantiles de Continuación y Crecimiento", *Universidad De Murcia*. Murcia-España.
14. Herranz I. (2009). "Alga Cochayuyo: Sabrosos depurativo", *Más Allá de la Ciencia*. España.
15. De La Sotta P., Poirier F. (2009). "Cochayuyo: Características y Requerimientos para su Exportación", *Escuela de Diseño Industrial, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile*. Santiago-Chile
16. Riofrio O., (2003). "Efecto de la Variabilidad Térmica sobre la Biología Vegetativa y Reproductiva de *Chondracanthus Chamissoi* (Agardh) Kützing (Rhodophyta) en la Bahía de Ancón", *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Lima - Perú
17. Momberg C., (2007). "Sin miedo al Cochayuyo". Chile.
18. Acosta E., Campan C. (2004). "Evaluación de la absorción de hierro contenido en *Spirulina Platensis* por el método de Absorción Atómica en la recuperación de ratas con anemia ferropénica", *Universidad Nacional de San Agustín*. Arequipa - Perú.

19. Azálgara M., Caceres P. (2008). "Disminución del porcentaje de grasa corporal por efecto del micropulverizado de *Chondracanthus chamissoi* (yuyo) en ratas con obesidad inducida", Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú.
20. Carnovale C., Crosenzi F., Favre C. (2008). "Generalidades para el desarrollo de los trabajos de laboratorio: manejo de animales de experimentación", Facultad de ciencias Bioquímicas y Farmacéutica de la Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
21. Laboratorio Química Analítica e Instrumental. (2006). "Espectrofotometría-determinación de hierro", universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
22. Ministerio de Salud, Instituto Nacional De Salud. (2009). "Tablas peruanas de Composición de Alimentos" Lima - Perú. <http://www.ins.gob.pe/portal/jerarquia/5/385/tabla-de-composicion-de-alimentos/jer.385>
23. Calla P. (2003). "Efecto de la *Spirulina Platensis* en anemia ferropénica inducida a ratas", Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Católica de Santa María. Arequipa - Perú.
24. Valtek Guía para la Determinación Cuantitativa de Hemoglobina en la Sangre. VALTEK S.A. Santiago – Chile <http://www.valtekdiagnostics.com>
25. Valtek Guía para la Determinación Cuantitativa de Ferremia en la Sangre. VALTEK S.A. Santiago – Chile, <http://www.valtekdiagnostics.com>
26. Valtek Guía para la Determinación Colorimétrica de la Capacidad de Fijación de Hierro en Suero (T.I.B.C.) VALTEK S.A. Santiago – Chile, <http://www.valtekdiagnostics.com>
27. CERVANTES C., FUENTES L. (2008). "Efecto del consumo de Cuchucho (*Luzula Vulcanica* Liebman) sobre niveles de Hierro en ratas con anemia ferropénica inducida por sangría", Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú.
28. COASACA N., PILCO J. (2005). "Efecto del consumo de Muña en los niveles de hemoglobina, hierro sérico, transferrina y porcentaje de saturación de transferrina en ratas con anemia ferropénica inducida", Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú.
29. Guajardo Y, Montufar G. Biodisponibilidad de Hierro de la *Kiwicha* (*Amarantus Caudatus*) en ratas con anemia ferropénica. Universidad Nacional de San Agustín. 1996. Arequipa - Perú.

Correspondencia:

Lic. Liliana Llanllaya Rojas
Dirección: Av. Bolognesi 1210 - Cayma. Arequipa - Perú
Teléfono: (511) 959277316
E-mail: lili_ana2007@hotmail.com