

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)**

**“EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE PREMEZCLAS DE VITAMINAS Y MINERALES EN ALIMENTO BALANCEADO Y SU RESPUESTA EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILERS”.**

**Previa la obtención de Grado académico o Título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**ELABORADO POR: CARLOS ANDRÉS SALAZAR TORRES.**

**2011**

*Declaración de Responsabilidad*

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

*DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA*

*CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)*

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

*Carlos Andrés Salazar Torres*

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Evaluación de tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

*Sangolquí, 2011*

---

*Carlos Andrés Salazar Torres*

*Certificado de tutoría*

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

*DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA*

*CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)*

**CERTIFICADO**

*Julio Pazmiño y Jakeline Torres*

**CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “Evaluación de tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers” realizado por *Carlos Andrés Salazar Torres*, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatuarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que el presente estudio fue realizado en su totalidad por el Sr. Carlos Salazar bajo la supervisión del Ing. *Julio Pazmiño* e Ing. *Jakeline Torres*, recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a *Carlos Andrés Salazar Torres* que lo entregue al Ing. Juan Tigrero, en su calidad de Director de la Carrera.

*Sangolquí, 2011*

---

*Ing. Julio Pazmiño*  
DIRECTOR

---

*Ing. Jakeline Torres*  
CODIRECTOR

*Autorización de publicación*

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, *Carlos Andrés Salazar Torres*

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “Evaluación de tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

*Sangolquí, 2011*

---

*Carlos Andrés Salazar Torres*

## *DEDICATORIA*

*La presente Tesis de Grado, esta dedicada a Dios y mis Padres:*

***Ruth Catalina Torres Freire,***  
***Y***  
***Jaime Marcelo Zurita Mendoza***

*Que siempre han estado, cuidándome, protegiéndome y sobre todo apoyándome en cada etapa de mi vida.*

*A mi padre Nelson Humberto Salazar Ojeda que aunque estemos separados por distintas circunstancias, le agradezco por darme la vida y todo el cariño que me ha brindado.*

*A toda mi familia por brindarme su apoyo y felicidad, en especial a mi primo Nicolás por ayudarme a cumplir con este proyecto tan importante en mi vida.*

*A Dios por permitirme cumplir cada meta en mi vida cubriéndome con sus bendiciones.*

## *AGRADECIMIENTO*

*Mis más sinceros agradecimientos a las personas que siempre estuvieron junto a mí apoyándome y dándome aliento para culminar el presente trabajo:*

*A Dios, por darme fuerzas y bendiciones cada día de mi vida.*

*A la Escuela Politécnica del Ejército, lugar donde durante 5 años, me han ensañándome y afianzando los conocimientos que me ayuda a ser profesional y cumplir los retos que exige el mercado laboral.*

*Al Ingeniero Julio Pazmiño, Inga. Jakeline Torres e Ing. Gabriel Suárez, por su arduo trabajo de cada día, quienes con esfuerzo, dedicación y paciencia me han ayudado con el desarrollo del presente trabajo*

*A la Empresa AVITALSA, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo, en especial al Ing. Amable Villacrés y al Tlgo. Gabriel Miranda por el apoyo y por compartir los conocimientos técnicos para realizar este proyecto.*

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINAS
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	18
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	18
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>II. REVISIÓN LITERARIA</b> .....	19
<b>1. HISTORIA DE LAS VITAMINAS</b> .....	19
<b>2. NECESIDADES VITAMÍNICAS</b> .....	20
<b>3. SUPLEMENTACIÓN VITAMÍNICA</b> .....	21
<b>4. RECOMENDACIONES ACTUALES</b> .....	25
<b>5. CLASIFICACIÓN DE LAS VITAMINAS</b> .....	26
<b>5.1. VITAMINAS LIPOSOLUBLES</b> .....	26
<b>5.2. VITAMINAS HIDROSOLUBLES</b> .....	37
<b>5. MINERALES</b> .....	62
<b>A. HIERRO</b> .....	63
<b>B. COBRE</b> .....	65
<b>C. ZINC</b> .....	66
<b>D. MANGANESO</b> .....	68
<b>E. SELENIO</b> .....	69
<b>F. IODO</b> .....	69
<b>G. CROMO</b> .....	71
<b>H. COBALTO</b> .....	71
<b>5.1 BIODISPONIBILIDAD DE LOS MINERALES TRAZA</b> .....	72
<b>5.2. INTERACCIONES DE MINERALES TRAZA ENTRE SÍ Y CON OTROS NUTRIENTES</b> .....	73
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	74
<b>1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b> .....	74
<b>2. MATERIALES</b> .....	75
<b>3. MÉTODOS</b> .....	77
<b>A. FACTORES EN ESTUDIO</b> .....	79
<b>B. DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	80
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	86

<b>A. PRIMERA FASE</b> .....	<b>86</b>
<b>1) PESO POLLOS/ UNIDAD EXPERIMENTAL</b> .....	<b>86</b>
<b>2) CONSUMO DE ALIMENTO</b> .....	<b>88</b>
<b>3) CONVERSIÓN ALIMENTICIA</b> .....	<b>91</b>
<b>4) MORTALIDAD</b> .....	<b>94</b>
<b>5) PESO POR ANIMAL</b> .....	<b>95</b>
<b>6) ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>98</b>
<b>B. SEGUNDA FASE</b> .....	<b>100</b>
<b>1) PESO POLLOS/ UNIDAD EXPERIMENTAL</b> .....	<b>100</b>
<b>2) CONSUMO DE ALIMENTO</b> .....	<b>103</b>
<b>3) CONVERSIÓN ALIMENTICIA</b> .....	<b>106</b>
<b>4) MORTALIDAD</b> .....	<b>109</b>
<b>5) PESO POR ANIMAL</b> .....	<b>110</b>
<b>6) ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>113</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>115</b>
<b>1) PRIMERA FASE</b> .....	<b>115</b>
<b>2) SEGUNDA FASE</b> .....	<b>117</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>119</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>120</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>123</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINAS
<i>CUADRO 1.- Esquema del análisis de varianza .....</i>	<i>81</i>
<i>CUADRO 2.- Análisis de variancia para el peso de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>86</i>
<i>CUADRO 3.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de los pollos broilers/unidad experimental.....</i>	<i>87</i>
<i>CUADRO 4.- Análisis de variancia para el consumo de alimento de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>89</i>
<i>CUADRO 5.- Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento de pollos broilers/unidad experimental .....</i>	<i>90</i>
<i>CUADRO 6.- Análisis de variancia para la conversión alimenticia de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>92</i>
<i>CUADRO 7.- Efecto de los tratamientos sobre conversión alimenticia Pollos broilers .....</i>	<i>93</i>
<i>CUADRO 8.- Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de pollos broilers .....</i>	<i>94</i>
<i>CUADRO 9.- Análisis de variancia para el peso de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>96</i>
<i>CUADRO 10.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de pollos broilers.....</i>	<i>97</i>
<i>CUADRO 11.- Beneficio bruto costo variable, beneficio neto de los tratamientos en estudio .....</i>	<i>98</i>
<i>CUADRO 12.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.....</i>	<i>99</i>
<i>CUADRO 13.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados .....</i>	<i>99</i>
<i>CUADRO 14.- Análisis de variancia para el peso de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>101</i>
<i>CUADRO 15.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de los pollos broilers/unidad experimental.....</i>	<i>102</i>
<i>CUADRO 16.- Análisis de variancia para el consumo de alimento de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales .....</i>	<i>104</i>
<i>CUADRO 17.- Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento alimento/unidad experimental de pollos broilers .....</i>	<i>105</i>
<i>CUADRO 18.- Análisis de variancia para la conversión alimenticia de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales .....</i>	<i>107</i>

<i>CUADRO 19.- Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia de los pollos broilers .....</i>	<i>108</i>
<i>CUADRO 20.- Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de mortalidad de los pollos broilers.....</i>	<i>109</i>
<i>CUADRO 21.- Análisis de variancia para el peso por pollo bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales.....</i>	<i>111</i>
<i>CUADRO 22.- Efecto de los tratamientos sobre el peso por pollo broiler .....</i>	<i>112</i>
<i>CUADRO 23.- Beneficio bruto costo variable, beneficio neto de los tratamientos en estudio .....</i>	<i>113</i>
<i>CUADRO 24.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.....</i>	<i>114</i>
<i>CUADRO 25.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados .....</i>	<i>114</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINAS
<i>TABLA 1.- Necesidades vitamínicas del pollo y grado de confianza de los valores ...</i>	<i>22</i>
<i>TABLA 2.- Niveles vitamínicos recomendados por las principales estirpes comerciales de broilers.....</i>	<i>23</i>
<i>TABLA 3.- Recomendaciones para pollos de carne.....</i>	<i>26</i>
<i>TABLA 4.- Cantidad de vitaminas y minerales utilizadas como Premezcla Comercial. ....</i>	<i>78</i>
<i>TABLA 5.- Análisis de costos.....</i>	<i>123</i>
<i>TABLA 6.- Niveles utilización de la premezcla de vitaminas y minerales .....</i>	<i>124</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINAS
<i>GRÁFICO 1.- Concepto de optima nutrición vitamínica.....</i>	<i>24</i>
<i>GRÁFICO 2.- Curvas del incremento de peso/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>88</i>
<i>GRÁFICO 3.- Curvas del incremento del consumo de alimento de pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>90</i>
<i>GRÁFICO 4.- Curvas de la conversión alimenticia de pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>93</i>
<i>GRÁFICO 5.- Curvas del porcentaje de mortalidad de pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>95</i>
<i>GRÁFICO 6.- Curvas del peso promedio por pollo (kg) por tratamientos de pollos broilers .....</i>	<i>97</i>
<i>GRÁFICO 7.- Curvas del incremento de peso/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>102</i>
<i>GRÁFICO 8.- Curvas del incremento del consumo de alimento/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>105</i>
<i>GRÁFICO 9.- Curvas de la conversión alimenticia de los pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>108</i>
<i>GRÁFICO 10.- Curvas del porcentaje e mortalidad de los pollos broilers por tratamientos .....</i>	<i>110</i>
<i>GRÁFICO 11.- Curvas del peso promedio por pollo (Kg.) por tratamientos a lo largo de siete semanas.....</i>	<i>112</i>
<i>GRAFICO 12.- estructuras de la vitamina a (retinol).....</i>	<i>125</i>
<i>GRAFICO 13.- estructuras de la vitamina a (acido retinoico).....</i>	<i>125</i>
<i>GRAFICO 14.- Estructuras de la vitamina A (11-cis-retinal).....</i>	<i>125</i>
<i>GRAFICO 15.- Estructuras de la vitamina A (β – Caroteno).....</i>	<i>126</i>
<i>GRAFICO 16.- Estructuras de la vitamina D .....</i>	<i>126</i>
<i>GRAFICO 17.- Estructuras de la vitamina E.....</i>	<i>126</i>
<i>GRAFICO 18.- Estructuras de la vitamina K.....</i>	<i>127</i>
<i>GRAFICO 19.- Estructuras de la vitamina B1.....</i>	<i>127</i>
<i>GRAFICO 20.- Estructuras de la vitamina B2.....</i>	<i>127</i>
<i>GRAFICO 21.- Estructuras de la vitamina B3.....</i>	<i>128</i>

<b><i>GRAFICO 22.- Estructuras de la vitamina B5.....</i></b>	<b><i>128</i></b>
<b><i>GRAFICO 23.- Estructuras de la vitamina B6.....</i></b>	<b><i>128</i></b>
<b><i>GRAFICO 24.- Estructuras de la vitamina B8.....</i></b>	<b><i>129</i></b>
<b><i>GRAFICO 25.- Estructuras de la vitamina B12.....</i></b>	<b><i>129</i></b>
<b><i>GRAFICO 26.- Estructuras de la vitamina C.....</i></b>	<b><i>129</i></b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó con el objetivo de valorar tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers. Se asignaron 2996 pollos sin sexar, de un día de edad, durante 49 días, a 4 tratamientos diferentes (T1-T4) con siete repeticiones cada uno, para cada uno de los dos ciclos; Se registró el peso por pollo por unidad experimental, consumo de alimento, conversión de alimento, mortalidad y peso por animal. Los tratamientos se hicieron con una dieta basada en maíz y soya, los cuales en el primer ciclo fueron: T1 con el 100% de la dosis sugerida; T2 con la disminución del 5%; T3 con la disminución del 10%; T4 con la disminución del 15%. De los resultados conseguidos, ninguno presentó diferencias significativas, pero el tratamiento T2 (-5%) presentó la mejor alternativa económica, con este se ajustaron los tratamientos para el segundo ciclo que fueron: T1 con el 100%; T2 con la disminución del 2.5%, T3 con la disminución del 5%, y T4 con la disminución del 7.5%, entre estos no hubo ninguna diferencia estadística, pero de los análisis económicos efectuados para los dos ciclos, el tratamiento con la reducción del 5% nos dio la mejor tasa de retorno marginal.

## **SUMMARY**

The following study was done with the aim of quantify a pre-mix of minerals and vitamins in the processing of feed and its effects on the production, and raising of broiler chickens. Two thousand nine hundred and ninety six chickens of unknown sex and a day old were assigned to the project for four different treatments (T1-T4) with seven repetitions each, for each of the two cycles during 49 days. The weight of each chicken for experimental unit, food intake, feed efficiency and death rate was registered. The treatments were done with a diet based in corn and soy; the first one was T1 100% of the suggested doses; T2 -5% less; T3 -10% less; T4 -15% less. Of all the treatments none of them showed a significant difference although T2 -5% showed the best economic option. With this, the treatments for cycle two were adjusted and they were: T1 100%; T2 - 2.5% less; T3 - 5% less and T4 - 7.5% less. Amongst these treatments there wasn't any statistical difference. However, the economical analyses done for both cycles showed that the treatment with 5% reduction gave the best marginal return rate.

## I. INTRODUCCIÓN

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para el mantenimiento de todas las funciones corporales (crecimiento, desarrollo, mantenimiento y reproducción), generalmente el organismo animal no las sintetiza en cantidades suficientes para cubrir las necesidades fisiológicas, siendo necesario su aporte en la ración (Escobar O., 2005).

Por esto, Escobar (2005) señala también que las vitaminas y minerales son sumamente importantes en la adición en piensos por considerarse micro-nutrientes esenciales, por lo que su ausencia, deficiencia o pobre utilización pueden causar: enfermedades, depresión del crecimiento, infertilidad y baja producción, que son equivalentes a pérdidas.

Cepero, et al. (2002) señalan que los requerimientos que se han tomado como referencia a lo largo de los años, son los publicados por la N.R.C. (National Research Council - Subcommittee on Poultry Nutrition) que están cubriendo los mínimos requeridos para mantener las funciones metabólicas normales, y así evitar síntomas por deficiencias. Sin embargo, lograr esos requerimientos mínimos, no necesariamente proveen niveles óptimos en los animales bajo alta presión de alta demanda metabólica, tales como crecimiento, producción, situaciones de estrés, o en situaciones de enfermedades. Ante estas circunstancias, el animal exige un aumento de sus requerimientos mínimos, de manera de maximizar su productividad. Por lo cual las industrias han aumentado los niveles de vitaminas empleando valores de 50 – 100% superiores a los del NRC, y en algunos casos 5-10 veces más, es por esto, que estudios de estos requerimientos en los lugares de crianza son de gran importancia.

Escobar (2005) también se refiere al papel de las vitaminas y minerales en el mejoramiento en la respuesta inmune de los animales, y su importante presencia en todos los procesos metabólicos, sobre todo vitamina A y E que han sido las de mayor investigación. Por otro lado, los minerales tienen funciones esenciales, tales como participar en la formación de tejidos conectivos y de hueso. Además, son necesarios en el mantenimiento del equilibrio de las membranas celulares, participando así en la homeostasis de los fluidos corporales.

En la actualidad los sistemas modernos de producción obligan a los productores de alimentos balanceados, a adoptar un mejoramiento continuo en cada uno de sus procesos, lo que implica utilizar mejores alternativas, como en el caso de esta investigación, mejorar la utilización de premezclas de vitaminas y minerales, representan una opción para reducir los costos de producción del alimento y hacer más eficiente la producción animal.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar que concentración tendrá una mejor respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers.
- Establecer la concentración más económica con la adición de vitaminas y minerales en la producción de alimentos balanceados.

## II. REVISIÓN LITERARIA

### 1. HISTORIA DE LAS VITAMINAS

Hace más de medio siglo Prout (citado por Martínez, 1997) estableció que existían tres grandes grupos vitales (sacarino, oleoso, albuminoso), que suministraban todos los componentes nutritivos esenciales para los cuerpos organizados. Posteriormente estos principios fueron, llamados: Carbohidratos, grasas y proteínas, se consideraban suficientes para proveer todas las sustancias nutritivas de los organismos, aparte de los requerimientos minerales. Después se descubrió que existen otros compuestos orgánicos esenciales para los organismos aunque no reconocidos con anterioridad, pues se necesitan en muy pequeñas cantidades, y que no eran provistos por los principios anteriores. Estos son los nutrientes que ahora se clasifican como vitaminas.

El conocimiento de la naturaleza química de estos elementos esenciales, fue posterior al descubrimiento de su importancia nutricional, y así, ante la ausencia de cualquier base química para su clasificación, el término vitamina, empleado por Funk (1912 citado por Martínez, 1997) para designar a una de ellas, se usó para identificar a todo el grupo. Existen alrededor de 15 vitaminas de las que hay información completa y definitiva de su existencia, pero aún hay mucho que aprender de ellas.

Mc Collum y Davis (1914 citados por Martínez, 1997) propuso los nombres factor liposoluble A para el que se encontraba en la mantequilla e hidrosoluble B para el que se relacionaba con el beriberi, el primero se podía extraer de los alimentos con solventes de grasas y el segundo con agua. Posteriormente la vitamina antiescorbuto fue llamada

hidrosoluble C. Las vitaminas liposolubles incluyen a las A, D, E, K; mientras que las del complejo B, C y otras se consideran hidrosolubles.

## **2. NECESIDADES VITAMÍNICAS**

Cepero (2002) indica que las vitaminas, se clasifican en:

- Liposolubles: son las vitaminas “A, D, E y K.”
- Hidrosolubles: son las vitaminas tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B12 y colina.

Según Cepero (2002) y Aristizábal (2007) coinciden en que son sustancias indispensables en la nutrición de los seres vivos; no aportan energía, pero sin ellas el organismo no podría aprovechar los elementos constructivos y energéticos suministrados por medio de la alimentación.

Las funciones fisiológicas y metabólicas de las vitaminas son muy variadas y de gran importancia participan en varias reacciones químicas, como también en el metabolismo de los nutrientes derivados de la digestión como proteínas, lípidos y glúcidos (Cepero, 2002).

Cepero (2002) también indica que las vitaminas deben suministrarse en el alimento balanceado, ya que, las materias primas utilizadas no las contienen en suficientes cantidades, y las aves no las sintetizan (exceptuando la vitamina C), o lo hacen en bajas cantidades (Complejo B, K), y además son excretadas en la mayoría de veces. Algunos

organismos animales puede almacenar algunas vitaminas principalmente en el hígado, tales como: A, D, B, y en menor grado E y K

La carencia de vitaminas resulta en signos generales (perdida de apetito, retraso de crecimiento, mal emplume, incremento de la mortalidad) y otros síntomas específicos descritos en nutrición aviar (Cepero R., et al, 2002).

Las vitaminas no se pueden suponer que son nutrientes separados de otros, ya que, Gelvez (2009) explica que tienen una interacción entre ellas y con otros nutrientes, como por ejemplo: el exceso de una vitamina liposoluble dentro del intestino interfiere en la absorción del resto. También existe actividad con otros nutrientes como aminoácidos, las aves tienen una gran variabilidad en la síntesis de ácido pantoténico a partir del triptófano dependiendo de la estirpe

### **3. SUPLEMENTACIÓN VITAMÍNICA**

Cepero (2002) señala que actualmente la publicación de referencia sobre necesidades vitamínicas de pollos y pavos es la última edición sobre necesidades nutritivas de las aves del National Research Council de EE.UU. (NRC, 1994). Los niveles establecidos garantizan la ausencia de deficiencias graves, cuyos signos clásicos es muy infrecuente detectar hoy, salvo ocasionales errores de mezcla en la fábrica (especialmente en el pienso de 1a edad). Sin embargo, dichos niveles no aseguran una máxima expresión del potencial genético de las aves actuales, De hecho, salvo los de la niacina y piridoxina, no han sido modificados en 30 años, y se apoyan en datos experimentales muy antiguos (Tabla 1). La inseguridad es mayor para las necesidades en fase de acabado y aún más

en pavos, basadas en estudios de los años 50 y 60. En cambio, la industria avícola ha tendido a aumentar con el tiempo los niveles vitamínicos, sobre todo de vitamina D, niacina y ácido fólico y, en menor grado, de riboflavina, biotina y ácido pantoténico; para la mayoría de ellas se emplean valores un 50-100% superiores a los del NRC, y en algunos casos 5-10 veces más (Villamide y Fraga, 1999; Coelho, 2000). Las firmas de selección genética de broilers también recomiendan niveles considerablemente más altos que el NRC (Tabla 2), y que difieren según el cereal base de la dieta sea trigo o maíz, y el clima cálido o templado.

**TABLA 1.- Necesidades vitamínicas del pollo (NRC, 1994) y grado de confianza de los valores (Whitehead, 1994).**

	<i>Valor</i>	<i>Nivel de confianza</i>	<i>Origen de los datos (años)</i>
Vitamina A (UI/kg)	1.500	Medio	> 20
Vitamina D (UI/kg)	200	Medio	< 10
Vitamina E (mg/kg)	10	-	-
Vitamina K (mg/kg)	0,4	Medio	> 20
Tiamina B <sub>1</sub> (mg/kg)	1,8	Bajo	> 20
Riboflavina B <sub>2</sub> (mg/kg)	3,6	Alto	< 10
Niacina (mg/kg)	35	Medio	< 10
Pantoténico (mg/kg)	10	Medio	10-20
Piridoxina B <sub>6</sub> (mg/kg)	3,5	Medio	> 20
Biotina (mg/kg)	0,15	Medio	10-20
Vitamina B <sub>12</sub> (mcg/kg)	9	Bajo	> 20
Ácido fólico (mg/kg)	0,55	Alto	< 10
Colina (mg/kg)	1.300	Alto	< 10

Fuente: Cepero, 2002

**TABLA 2.- Niveles vitamínicos recomendados por las principales estirpes comerciales de broilers. 1: Cobb 500, 1998; 2: Ross 308, 1999; 3: Hubbard ISA, 2002; 4: Hybro-G, 2002. (Cepero 2002)**

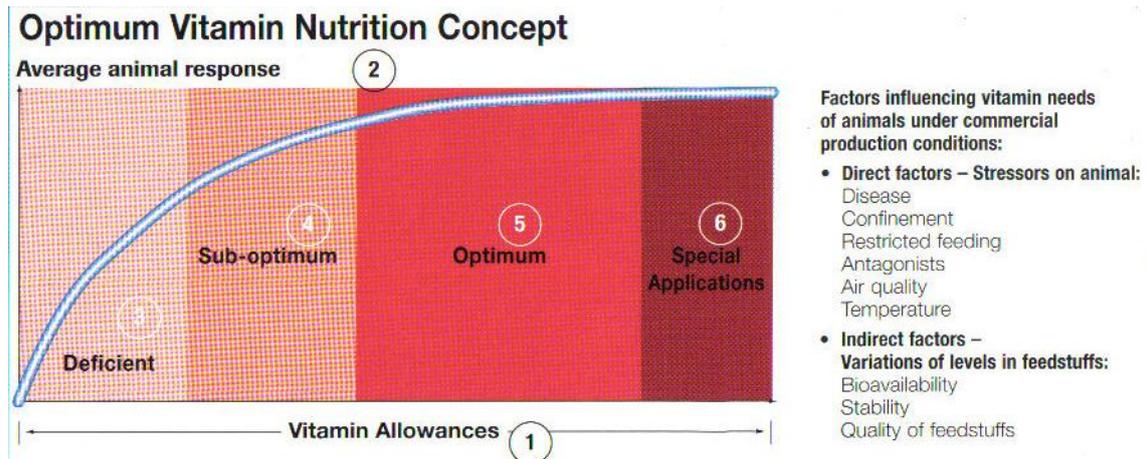
Fase del cebo	Arranque				Crecimiento				Acabado			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A, miles UI	11-15	14-15	15	14-16	11-15	11-12	12,5	12-15	12-15	11-12	10	11-13
D, miles UI	5	5	3	4-6	5	5	2,5	4-6	5	4	2	4-6
E, UI	80-100	50	50-100	80-100	80-100	50	30-100	80-100	40-60	50	30-100	50-70
K, mg	4-6	4	3	4	4-6	3	2	3	3-5	2	2	2
B <sub>1</sub> , mg	2,5-3	3	3	5-6	2,5-3	2	2	4-5	1,5-3	2	2	3-4
B <sub>2</sub> , mg	8	8	8	8-9	8	6	6	7-8	6	5	6	6-7
B <sub>6</sub> , mg	2-4	4-5	4	4-5	2-4	3-4	3	3-4	2-3	2-3	3	2-3
B <sub>12</sub> , mcg	15	16	20	20-22	15	16	10	20-22	12	11	10	16-18
Niacina, mg	80-85	60-70	60	80-110	80-85	60-70	40	60-90	60-70	35-40	40	50-80
Fólico, mg	2	2	1,5	2-2,5	2	1,75	1	1,5-1,8	1,5	1,5	1	1,5-1,8
Pantoténico, mg	20-30	18-20	15	20-25	20-30	18-20	10	17-22	15-25	18-20	10	15-20
Biotina, mg	0,1-0,2	0,15-0,2	0,2	0,16-0,2	0,1-0,2	0,15-0,2	0,1	0,13-0,23	0,075-0,15	0,05	0,1	0,10-0,20
Colina, mg												
* totales	300-500	1.800 *	700	400-500	300-500	1.600 *	600	350-450	200-400	1.400 *	600	300-400
Vit. C	0-500	—	200	—	0-500	—	200	—	0-500	—	200	—

Fuente: Cepero, 2002

Los niveles de suplementación de vitaminas y minerales requeridos para tener una óptima nutrición exceden los niveles necesarios para prevenir signos clínicos de deficiencia. La suplementación debe compensar los muchos factores que pueden influir en los requerimientos de los animales y en el alimento, por lo tanto, se debe garantizar una correcta suplementación de vitaminas para no limitar los rendimientos esperados.

El gráfico 1 proporciona una idea de los rangos de suplementación de vitaminas y minerales que se pueden utilizar dentro de la producción para lograr los rendimientos esperados.

## GRÁFICO 1.- Concepto de optima nutrición vitamínica



Fuente: DSM Service

- 1.- Vitamina disponible
- 2.- Respuesta promedio de los animales
- 3.- Deficiencia (presencia de signos clínicos)
- 4.- Subóptimo (no hay signos clínicos pero pueden aparecer en condiciones de estrés)
- 5.- Óptimo
- 6.- Aplicaciones especiales (Valor agregado o condiciones extremas)

Existen muchos motivos para fortificar la suplementación vitamínica, trabajando con márgenes de seguridad elevados que, Cepero (2002) señala:

- Cambios en genética. En la última década los broilers alcanzan un peso comercial 0.8 días antes cada año, este crecimiento más rápido produce profundas modificaciones fisiológicas en las aves.
- Sanidad y bienestar animal. La cría intensiva supone una considerable presión para las aves, que están expuestas a muchos factores (estrés ambientales, inmunológicos, y nutricionales).

- Variación del contenido y biodisponibilidad de vitaminas de los ingredientes de los piensos.
- Calidad del producto.

#### **4. RECOMENDACIONES ACTUALES**

En la práctica se utilizan mayores niveles de suplementación de vitaminas que los recomendados por el NRC, y han ido aumentando en la última década (Ward, 1993; Whitehead, 1994; Coelho y Me Naughton, 1995; Coelho, 2000 citado en Cepero 2002), sobre todo en D3, niacina y ácido fólico, y en menor grado en riboflavina, biotina y pantoténico.; En España la vitamina C sólo se incluye en premezcla en un 10% de los casos, principalmente en épocas calurosas, y en un 40% de las empresas la colina se adiciona aparte, por sus efectos negativos sobre la estabilidad de otras vitaminas.

Como Cepero (2002) lo explica, resulta evidente que los valores del NRC se sitúan muy por debajo del resto de las fuentes. Las razones son 4-6 veces inferiores para las vitaminas A, E, K, y B12, y 10 veces menos para la D3. Hay menos diferencias respecto a las vitaminas B1, B6, niacina y biotina. En cambio, para la colina el NRC recomienda 2-5 veces más, pero esto se debe a que se trata de necesidades totales y no de suplementación. Larbier y Leclerq, del INRA, coinciden bastante con los valores recomendados por la firma Roche (salvo en vitamina E), y elevan en la mayoría de casos las ya antiguas recomendaciones del INRA, especialmente en pantoténico, fólico, K, y grupo B en general. Leeson y Summers también superan ampliamente los niveles indicados por el NRC, aunque a la hora de comparar hay que tener en cuenta que estos autores se refieren a dietas maíz-soja. Las nuevas recomendaciones de suplementación

vitamínica de la firma Roche Vitaminas son bastante coincidentes con las especificaciones de las guías de manejo de las principales estirpes de broilers (Tabla 3).

**TABLA 3.- Recomendaciones para pollos de carne (Cepero, 2002).**

	<i>INRA, 1989</i>	<i>Larbier y Leclerc, 1993</i>	<i>NRC, 1994</i>	<i>Leeson y Summers, 1997</i>	<i>OVN Roche, 2001</i>
Vit. A UI/kg	10.000	12.000	1.500	6.500	8.000-12.500
Vit. D <sub>3</sub> UI/kg	1.500	2.000	200	3.000	2.000-4.000
Vit. E ppm (1)	15	30	10	30	150-240 (2)
Vit. K <sub>3</sub> ppm	5	2,5	0,5	2,0	2-4
Vit. B <sub>1</sub> ppm	0,5	2	1,8	4,0	2-3
Vit. B <sub>2</sub> ppm	4	6	3,6	5,5	7-9
Vit. B <sub>6</sub> ppm	-	3	3,5	4,0	3-6
Vit. B <sub>12</sub> ppm	0,01	0,02	0,01	0,013	0,015-0,040
Ácido pantoténico ppm	5	15	10	14	10-15
Ácido fólico ppm	0,2	1	0,55	1	1-2
Niacina ppm	25	30	35	40	40-60
Biotina, ppm	-	0,1	0,15	0,20	0,1-0,2
Cloruro colina mg	500	600	1.300	800	300-600
Vit. C (3)	-	-	-	-	100-200

(1) Para niveles de grasas en dieta mayores al 3%, se recomienda añadir 5 mg/kg de pienso por cada 1% de grasa en la dieta.

(2) Para funcionamiento inmune óptimo.

(3) Recomendado en condiciones de estrés.

Fuente: Cepero, 2002

## 5. CLASIFICACIÓN DE LAS VITAMINAS

### 5.1. VITAMINAS LIPOSOLUBLES

Según Aristizábal (2007) vitaminas liposolubles son aquellas que se disuelven en disolventes orgánicos, grasas y aceites. Se almacenan en el hígado y tejidos adiposos, dado que el organismo puede almacenarlas como reserva, su carencia estaría basada en una mala nutrición.

En un estudio muy reciente, Coelho (2001 citado en Cepero 2002) comparó en diversos grados y condiciones de estrés (densidad de población, cama nueva o permanente, infección de *E. coli* y coocidia,...) los efectos de varios niveles (1, 2x, 4x, 8x y 16x veces los indicados por el NRC) de riboflavina, niacina, ácido fólico, pantoténico y vitamina B12). Se escogió a estas vitaminas en concreto por su papel en la deposición de proteína, evidentemente incrementada en las estirpes actuales de alto rendimiento en pechuga. En condiciones de alto estrés los mayores niveles no lograron compensar por completo los perjuicios en las producciones más favorables con dosificaciones por encima de 4x. En los grupos sometidos a bajo y moderado estrés, peso vivo, conversión y viabilidad mejoraban conforme aumentaba el nivel de suplementación los beneficios fueron máximos al nivel 16x (+16.4% en peso vivo y 6,6% en conversión respecto al nivel NRC). También mejora significativamente el rendimiento de la canal y de la pechuga, y el porcentaje de grasa abdominal. A la dosis 4x los beneficios por ave fueron de \$0.17 y de 0.30 a 16x, calculándose una tasa de retorno de la inversión de 4200% y 1500%, respectivamente.

#### **A. VITAMINA A.**

Martínez (1997) explica que la vitamina A sólo está presente como tal en fuentes de origen animal, aunque en vegetales se encuentra como provitamina A, en forma de carotenos. El organismo es capaz de convertirla en su forma activa y de esta manera, poder alcanzar las necesidades de vitamina A debido a que, las raciones están formadas por alimentos de origen vegetal sea en su mayoría o totalidad.

Según Martínez (1997), Cepero (2002) y Piquer (2000) coinciden en que las formas activas de la vitamina A son: El retinol que es un alcohol; el retinal que es un aldehído y el ácido retinoico que es el ácido de la vitamina A.

La absorción tanto de la vitamina A y del caroteno, como menciona Cepero (2002), se facilitan a través de las grasas que son agentes emulsivos que poseen efectos adicionales como la destrucción de las provitaminas al momento de ser ingeridas se destruyen en el intestino.

Como señala Piquer (2000), la vitamina E es considerada un antioxidante en el alimento, la misma que ayuda a disminuir la destrucción de las vitaminas, en especial de la vitamina A y el caroteno.

Tanto la vitamina A como el Caroteno son susceptibles a la destrucción por la acción física o química, reacción que se puede observar durante el proceso de almacenamiento que se someten, como por ejemplo, en el curado de los forrajes y su almacenamiento posterior se producen grandes pérdidas de caroteno. (Martínez L., 1997).

Gelvez (2009), indica que en los animales tienen reacciones diferentes por la deficiencia de Vitamina A, la más común la disminución de la visión nocturna y otros como por ejemplo:

- La mortalidad se eleva considerablemente,
- Se retrasa el crecimiento,
- Debilidad,

- Plumaje desordenado
- Paso vacilante
- En aves adultas baja la producción de huevos

En la incubabilidad en aves es más común que se presente la deficiencia de esta vitamina. (Martínez L., 1997).

Piquer (2000), señala que el exceso en la suplementación con vitamina A, da como resultado la concentración de retinol en plasma pero disminuía la concentración de tocoferol en plasma y en hígado; no se deben superar concentraciones de vitamina A superiores a 10 veces las recomendaciones del NRC.

Como una de las consecuencias del exceso de la vitamina A (retinol) podemos mencionar una reacción del hígado cuando la capacidad de almacenamiento se ve superada por suplementos vitamínicos, además se produce trastornos hepáticos que culminan en el hígado graso y el cartílago, reduciéndose la longitud y el espesor del hueso. (Cepero R., et al, 2002).

Martínez (1997), indica que la hipervitaminosis descende notablemente la formación de hueso como resultado de la permeabilidad de la membrana.

Otros de los efectos son:

- Defectos al nacer.
- Anormalidades en el hígado.

- Densidad mineral ósea reducida.
- Desórdenes del sistema nervioso central.

Las necesidades mínimas para el crecimiento se han estimado en 1500 para aves. En broilers el NRC (1994 citado en Cepero, 2002) recomienda 1500 UI/kg de pienso aunque en la práctica se emplean niveles 5 – 10 veces mayores. Niveles más altos no producen mejoras en el crecimiento ni en el índice de conversión (Ballard y Edwards, 1988 citados por Cepero 2002); de hecho, en ensayos en los que se han utilizado dosis exageradas (del orden de 50000 UI/Kg.) estos parámetros ha empeorado.

## **B. VITAMINA D (CALCIFEROL)**

Estimular la absorción del calcio es la función principal de la vitamina D, esto ocurre en el hígado a través del 25-hidroxicolecalciferol (25-OH-D), que posteriormente, se modifica en la forma activa de la vitamina D, que es convertido en el riñón en 1  $\alpha$ ,25 hidroxicolecalciferol [1  $\alpha$ , 25 (OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>], la misma que estimula la síntesis de la proteína transportadora de calcio necesaria para la absorción eficiente del mismo, también interviene en la absorción del fósforo (Martínez, 1997).

Existen dos tipos de vitamina D (Pisquer 2000):

- Ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>)
- Colecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>).

Es una vitamina antirraquítica (calcificación normal del hueso), la función primaria es elevar el nivel de Ca y P en el plasma, que es apoyado con la mineralización normal del hueso (Escobar O., 2005).

Gelvez (2009), señala que la vitamina D principalmente se almacena en el hígado, pulmones, riñones, etc., la capacidad del cuerpo para almacenar esta vitamina es menor que para almacenar la vitamina A.

En relación a los síntomas de la falta o deficiencia, Escobar (2005) señala:

- En animales jóvenes se desarrolla raquitismo.
- En animales adultos se desarrolla la osteomalacia, que es la inadecuada calcificación de los huesos producida por una excesiva formación de la matriz del hueso desmineralizada.

Dependiendo de la especie los síntomas son diferentes como (Martínez, 1997):

- Aves: Las articulaciones se engrosan y el pico se ablanda.
- En gallinas ponedoras: Afecta la cáscara del huevo, la cuál se adelgaza y pueden llegar a dejar de producir huevos.
- Terneros: Engrosamiento de metatarso y metacarpo, las extremidades anteriores se arquean igual que el raquis.
- Cerdos: engrosamiento de articulaciones, fracturas de hueso y cojeras.

Según la hipervitaminosis D es una intoxicación provocada por la administración de la vitamina D en grandes cantidades superando las dosis requeridas en un promedio de 10 veces durante varios meses.

Martínez (1997), menciona que una de las deficiencias alimentarias es el raquitismo, con el exceso de la vitamina D se observa síntomas contrarios a los observados en raquitismo, es decir tanto el exceso como la deficiencia de la vitamina provocan síntomas adversos a la salud del animal.

Además, Cepero (2002) indica que se puede destacar que la vitamina D ingerida en grandes dosis sobrepasa el control que limita la transformación de la vitamina en sus metabolitos activos por hidroxilación los huesos se hacen frágiles y se deforman siendo una resorción ósea aumentada, se puede observar que el calcio movilizado de los huesos se deposita en los tejidos blandos como articulaciones, arteriolas pulmonares y riñón.

El NRC indica para los broilers una necesidad de 200 UI/kg., basadas en estudios de los 60 que Whitehead (2000 citado en Cepero 2002) considera muy bajas sobre todo en ausencia de luz ultravioleta. En la práctica lo normal es suplementar de 3000 – 5000 UI/kg por la continua mejora de la velocidad de crecimiento impone una creciente presión sobre el esqueleto, por lo que los problemas de patas se han convertido en una preocupación importante en el cebo de broilers y pavos.

### C. VITAMINA E (TOCOFEROLES)

Aristizábal (2007) y Martínez (1997) coinciden que el término genérico de vitamina E se refiere a un grupo de compuestos llamados tocoferoles expresados en U.I., los tocoferoles se encuentran en diferentes cantidades en alimentos de origen vegetal y animal, sin embargo lo importante es el contenido total : d- $\alpha$ -tocoferol (máxima actividad Vitamina E).

- 1 mg d- $\alpha$ -tocoferol = 1.49 U.I. Vit E.
- 1 mg d- $\beta$ -tocoferol = 0.33 U.I. Vit E.

La vitamina E se almacena en grandes cantidades en el hígado debido a su gran capacidad de almacenamiento aunque también se puede encontrar en otros órganos y tejidos (Martínez L., 1997).

Entre algunas de sus funciones prioritarias que menciona Cepero (2002) son:

- Funciona como un antioxidante, previniendo la peroxidación de lípidos dentro de las membranas.
- Además funciona para evitar la desintegración estructural de las células y causar disturbios metabólicos.

La vitamina E se deteriora en los alimentos molidos, se oxida fácilmente por su aprovisionamiento, ya que químicamente se encuentra formada por 4 tocoferoles ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ ) y 4 trocotrienoles. ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ ). (Martínez L., 1997).

Podemos encontrar la vitamina E de manera abundante ya que la síntesis es una función de las plantas por lo que son fuentes de la misma (Martínez L., 1997):

- Los granos de cereales, particular en el germen y sus subproductos que la contienen.
- Los forrajes y la alfalfa es completamente rica en esta vitamina.
- La leche y sus derivados son pobres.
- Aceites como el de soya, cacahuete, y el del algodón son también ricos.
- El germen de trigo se puede considerar como la fuente natural más concentrada.

Piquer (2000), considera que la deficiencia de la vitamina E afecta al metabolismo de los animales podemos mencionar como ejemplo a las aves que presentan tres enfermedades a causa de esta deficiencia:

- Encefalomalacia: conocida también como "locura de pollo" que es un síndrome nervioso, al cual le caracteriza los movimientos automáticos y la cabeza volteada se obtiene esto debido a que el cerebelo está reblandecido y engrosado a causa de las hemorragias y el edema. Esta enfermedad se previene con una dieta con antioxidantes entre ellos la vitamina E.
- Diátesis exudativa: esta enfermedad de igual manera se puede combatir con dietas con selenio y vitamina E.
- Distrofia muscular nutricional: enfermedad que se caracteriza por la degeneración de las fibras musculares, en especial en muslos y pechuga, en los pavos se observa en las lesiones en la pared muscular de la molleja

Se considera entre las menos tóxicas a la vitamina E, a pesar de que algunos estudios han comprobado efectos desfavorables cuando hay niveles muy altos de vitamina E en animales y humanos (Escobar 2005).

Cepero (2002) indica que, los requerimientos establecidos por el NRC para la prevención de los signos típicos de deficiencia, encefalomalacia y diátesis exudativa, se basan en trabajos de los 50 y 60, y son relativamente bajos 10 UI/kg. Sin embargo, es una práctica común fortificar las dietas de broilers y pavos; los suplementos típicos son del orden de 20 – 30 UI/kg. Se ha estimado que los broilers seleccionados para el aumento del tejido magro tienen una necesidad superior en un 50% a lo normal, de acuerdo con el criterio de la concentración plasmática de vitamina E. En general, el uso de niveles mucho mas elevados (150 - 400 ppm) no ha repercutido en mejoras de los índices reproductivos.

#### **D. VITAMINA K**

En 1929 se alimento pollos con dietas purificadas en un intento para determinar si éstos eran capaces de sintetizar colesterol. Observó que los pollos que se mantuvieron con dietas libres de extracto etéreo se volvían anémicos y desarrollaban hemorragias subcutáneas e intramusculares; en vista de que se descubrió que este factor participaba en la coagulación sanguínea, dos investigadores Daneses (Dam y Schonheyder citados por Ariztizabal, 2007) propusieron el nombre de la vitamina K, derivada de la palabra danesa para la coagulación.

Martinez (1997) señala que uno de los compuestos aislados y más activos es la K1 aislada de la alfalfa a misma que actúa como la vitamina K, así como las sustancias liposolubles; a partir de la harina de pescado se aisló el segundo compuesto que el K2 ya que son iguales en su núcleo de quinona.

Cepero (2002) y Martinez (1997) concuerdan que en los monogástricos la acción se lleva a cabo en el intestino grueso en donde la vitamina K es sintetizada pero en cantidades limitadas, esta misma actividad es realizada por las bacterias del rumen en el ganado bovino y ovino.

Algunas funciones de la vitamina K que describe Piquer (2000) son:

- Además la vitamina K puede intervenir los factores enzimáticos de la carboxilasa aparte de la coagulación sanguínea, como en la formación ósea.
- Convierte el precursor del coagulante sanguíneo en su forma activa, por carboxilación de los residuos del ácido glutámico

La deficiencia de vitamina K se manifiesta a través de pintas hemorrágicas subcutáneas o intramusculares, que aparecen en la pechuga, patas y muslos, también pueden producirse magulladuras o contusiones. A causa de la constante pérdida de sangre, las aves desarrollan anemia, esto es visible ya que presentan crestas y barbillas pálidas. Las aves que presentan estos síntomas son rechazadas en las plantas procesadoras (Martínez, 1997).

Pollos de un día de edad pueden desarrollar hemorragias si la vitamina K en los reproductores es baja. En las aves adultas pueden aparecer abundantes manchas de sangre en los huevos. Si esto no se corrige pueden morir por desangrado. Cuando las aves enfrentan situaciones de estrés, coccidiosis o la enfermedad de Newcastle, las dosis de vitamina K en la dieta deben incrementarse (Cepero R., et al, 2002).

Se puede mencionar que una incidencia alta de anemia hemolítica y la toxicidad de hígado ha conducido a la recomendación de la administración de phylloquinona, tomando en cuenta que la base para las reacciones adversas no es clara, pero esta relacionada a una influencia sobre el estado de redox celular o el metabolismo sulfhidrilo. (Martínez L., 1997).

Según Porstmouth (1996 citado en Cepero 2002), los valores recomendados por el NRC (0.5 ppm), pueden ser demasiados bajos para las condiciones actuales de cría y de estrés producido por las enfermedades; pero hay muy pocos estudios recientes.

## **5.2. VITAMINAS HIDROSOLUBLES**

Como lo describe Martínez (1997), se denominan vitaminas hidrosoluble debido a que se eliminan por la orina y son relativamente no tóxicas, podemos ver que la mayoría de las vitaminas B también se absorben mediante un proceso activo especialmente cuando la dieta contiene niveles bajos de esta vitamina o por difusión pasiva. Algunas de estas vitaminas contienen: Nitrógeno, azufre o cobalto.

## **A. VITAMINA B1. (TIAMINA. ANTIBERIBÉRICA.)**

La vitamina B1, también conocida como Tiamina, contribuye a la generación de energía, ya que, como lo describe Cepero (2002), se encuentra implícita en el metabolismo de los hidratos de carbono, además se la considera indispensable en el funcionamiento del sistema nervioso coadyuvando al crecimiento y el mantenimiento de la piel.

Además, Aristizábal (2007) explica que se considera útil ya que:

- Ayuda a que los músculos se nutran adecuadamente
- Para que el cerebro pueda absorber la glucosa que necesita para funcionar adecuadamente.

Para llevar a la carboxilasa, la vitamina es absorbida principalmente en el intestino delgado mediante un transporte activo, de ahí es llevada al hígado donde es fosforilada por la acción de ATP y el organismo la almacena en pequeñas cantidades. Esta vitamina se excreta fácilmente en la orina, considerando que el cuerpo necesita un aprovisionamiento constante, desperdiciando el exceso. (Cepero R., et al, 2002).

Por lo general, Piquer (2000) señala que no se requiere en las raciones de los rumiantes debido a la síntesis microbiana, a pesar de que la tiamina es necesaria para el metabolismo de todas las especies. La energía ingerida tiene una relación directa con los requerimientos corporales, por lo que una de las funciones principales de esta vitamina esta relacionada con el metabolismo energético.

Una reacción necesaria para que los carbohidratos sean utilizados por el cuerpo es cuando la tiamina actúa como coenzima carboxilasa (tiamina-pirofosfato). Esta coenzima es para todas las descarboxilaciones enzimáticas de los  $\alpha$ -ceto ácidos, de esta manera actúa en la descarboxilación oxidativa del piruvato a acetato, que a la vez combina con la coenzima A para entrar en el ciclo tricarbóxico, reacción necesaria para que los carbohidratos sean utilizados por el cuerpo (Martínez L., 1997).

La falta de esta vitamina, Aristizábal (2007) señala que puede producir:

- Degradación de las fibras nerviosas
- Produce síntomas de falta de coordinación.
- Falta de agilidad contracciones del corazón

En estudios de toxicidad aguda, Martínez (1997) describe que el exceso de tiamina parece bloquear el nervio transmisor. Estos signos generales incluyen la agitación, epileptiforma, convulsiones, la cianosis, y respiración dificultada. La muerte por la toxicidad de tiamina es resultado de la parálisis respiratoria, por lo general acompañada por la insuficiencia cardíaca. En estudios con perros, la respiración artificial aplicada después de que la inyección intravenosa de una dosis mortal de tiamina era parcialmente efectiva en el caso de toxicidad por tiamina. El mecanismo de altos niveles de tiamina bloquea restos de transmisión de nervio para ser determinados.

El NRC (1994 citado por Cepero 2002) recomienda una suplementación en piensos de broilers de 1.8 ppm, de acuerdo con estudios realizados en los años 60. Sin embargo,

Leeson y Summers (1997 citado por Cepero 2002) y todas las firmas de selección proponen niveles 2 – 3 veces superiores, especialmente en climas cálidos, pues a 32°C los requerimientos para prevenir la polineuritis son el triple que a 21°C.

Otros factores que afectan a los niveles óptimos de tiamina son la nutrición materna, que influye en las reservas y metabolismo de la descendencia (Olkowski y Classen, 1999 citado por Cepero 2002), y la existencia de procesos patológicos.

## **B. VITAMINA B2 (RIBOFLAVINA).**

De los otros factores que se encontraron formando parte del complejo B el primero en ser descubierto fue: La riboflavina algunas veces llamada G o B2, es requerida por todo el metabolismo de todos los animales, pero no en las dietas de los ovinos y bovinos por la síntesis bacteriana del rumen (Martínez L., 1997).

Como lo señala Piquer (2000), esta vitamina en su forma fosforilada o como constituyente de las flavoproteínas, es co-enzima y cofactor de más de 50 enzimas, involucrados en las reacciones redox, en el metabolismo de los glúcidos y aminoácidos y en la síntesis y oxidación de ácidos grasos y proteínas transportadoras. Juega un papel importante en el mantenimiento de la integridad de las mucosas y del sistema nervioso. Posee interrelaciones con otras vitaminas: piridoxina, niacina y ácido pantoténico.

Según Aristizábal (2007), la riboflavina actúa como dos coenzimas en muchos sistemas enzimáticos, estas enzimas son: Flavina mononucleótido (FMN) también llamada riboflavina 5-fosfato y la flavina adenina-dinucleótido (FAD) las enzimas que contienen

flavinas comúnmente son llamadas flavoproteínas. La FMN es componente de la L-aminoácido oxidasa que participa en sistemas enzimáticos oxidando los L- $\alpha$  aminoácidos y los L- $\alpha$  hidroxí ácidos en  $\alpha$ - ceto ácidos, la ácido láctico deshidrogenasa, etc.; la FAD esta contenida en la succinato deshidrogenasa y actúa como aceptor temporal de la cadena transportadora de los dos átomos de hidrógeno que se liberan en el ciclo del ácido tricarbóxico; es evidente que la riboflavina desempeña muchos papeles esenciales en la liberación de energía de los alimentos y en la asimilación de nutrientes.

Martínez (1997) detalla que en ovinos y bovinos el rumen sintetiza las cantidades necesarias para cubrir las necesidades corporales, también es sintetizada en el ciego de los caballos, pero no les es suficiente para satisfacer sus necesidades. Sin embargo, niveles elevados de proteína, sacarosa, celulosa o lactosa pueden inhibirla; la dextrina y el almidón, por el contrario, pueden aumentarla; esta vitamina es fosforilada por la pared intestinal y llevada por la sangre hacía las células de los tejidos donde se encuentra, ya sea como fosfato o como flavoproteína.

La deficiencia de riboflavina, Gelvez (2009) la describe como una de las carencias vitamínicas más probable en condiciones prácticas, sobretodo en condiciones de estrés y presencia de aflatoxinas, por lo que se precisa un amplio margen de seguridad. Se caracteriza por un mal emplume, deterioro de conversiones y crecimientos, parálisis y curvatura de los dedos, descenso de la resistencia al estrés por calor, enteritis y diarrea y aumento de la mortalidad en la primera semana.

Cepero (2002) señala que, debido a que la vitamina B<sub>2</sub> es una vitamina soluble en agua, es poco probable su exceso en el organismo, puesto que se elimina a través de las excretas.

Los niveles recomendados por el NRC se basan en estudios muy antiguos, y llevan 20 años en vigor. En dietas de arranque Ruiz y Harms (1988 citado por Cepero 2002), partiendo de dietas base con 2,6 ppm, hallaron que en estas condiciones había reducción de crecimientos, parálisis grave y alta mortalidad. Se precisaba alcanzar 3,6 mg/kg para alcanzar la máxima productividad, y 4,6 para prevenir los problemas de patas. Rutz et al. (1989 citado por Cepero 2002) informan de óptimos resultados zootécnicos suplementando con 2 mg/kg, sin que niveles mayores supusieran mejoras ulteriores. Estudios posteriores, realizados con mayor número de réplicas, elevan las dosis óptimas a 5-7,2 (Deyhim et al., 1990, 1991; Olkowski y Classen, 1998 citados por Cepero 2002).

Whitehead (1999 citado por Cepero 2002) considera que los requerimientos de riboflavina para el crecimiento, como porcentaje de la dieta, no han cambiado a pesar de los considerables progresos genéticos en la productividad de los broilers; pero que en condiciones de estrés podrían ser 2 veces más altos, si se asume como criterio adicional el bienestar de las aves. Las recomendaciones de las principales firmas de selección genética van en este sentido. Deyhim et al. (1991 citado por Cepero 2002) con una concentración de vitamina B<sub>2</sub> 2 veces mayor que la recomendada por el NRC, lograron un aumento del 6% del peso vivo, pero al someter a los broilers a un estrés de calor cíclico (24-35-24 °C) la mejora se mantuvo en un 5%, y además el índice de conversión y la mortalidad disminuyeron en un 2 y 6%, respectivamente.

Al provocar un estrés crónico de calor entre 7 y 21 días a pollos suplementados con 2,8, 3,3, 7 y 15 ppm, produjo un descenso del crecimiento del 10% de media, sin efectos significativos del nivel de riboflavina, pero se observaron dedos curvados incluso a 7 mg/kg. En situación normal fueron suficientes 3,3 mg/kg (Whitehead, 1999 citado por Cepero 2002). En condiciones tropicales se han hallado respuestas positivas a 5,1-10 ppm (Ogunmodede, 1977; Ibrahim, 1998 citado por Cepero 2002).

Según Yang y Wang (1996 citado por Cepero 2002), la máxima deposición de riboflavina en hígado se logra con 17 ppm en la 1ª semana, y a 6 y 4 en 2ª y 3ª, respectivamente; la absorción de metionina aumentaba con la máxima concentración. La retirada de la dieta de la vitamina B2 durante las últimas semanas reduce en un 37% su contenido en pechuga (Deyhim et al., 1996 citado por Cepero 2002), lo que resulta de interés desde el punto de vista del consumidor, ya que normalmente 100 g de pechuga aportan el 9% de la cantidad diaria recomendada para esta vitamina.

### **C. VITAMINA B3. (NICOTINAMIDA. ÁCIDO NICOTÍNICO. VITAMINA PP.).**

Aristizábal (2007) y Cepero (2002) coinciden que, la niacina incluye dos compuestos activos, ácido nicotínico y niacinamida, ambos disponibles comercialmente, la biopotencia del segundo es 24% mayor. Se conocen 14 reacciones metabólicas en las que participa, formando parte de las coenzimas NAD y NADP. Por tanto, es esencial en el metabolismo de glúcidos, aminoácidos y ácidos grasos y en la obtención de energía a través del ciclo de Krebs.

Son derivados de la piridina, tanto el ácido como la amina son sustancias cristalinas incoloras fácilmente solubles en agua y alcohol, muy resistentes al calor, aire, luz y álcalis, siendo muy estables en los alimentos; la niacina del intestino se absorbe con facilidad, el hígado es el lugar de mayor concentración de niacina en el cuerpo, y se excreta en la orina (Martínez L., 1997).

Piquer (2000) explica que, la niacina presenta interrelaciones con otros nutrientes, principalmente con el triptófano, a partir del cual pueden obtenerse, en presencia de cantidades adecuadas de riboflavina y piridoxina; la reacción no es reversible. La conversión de triptófano en niacina se produce en una relación 45-50:1 en pollos o 102-119:1 en pavos. En condiciones prácticas la producción de niacina a partir de triptófano es mínima, pues normalmente este aminoácido no se halla en exceso en las dietas. Además altos niveles de grasa, especialmente saturada, inhiben esta reacción.

Martinez (1997) señala que, en 1925 se descubrió que eran muy parecidas la pelagra y la lengua negra de los perros; atribuido a la nicotinamida, como su deficiencia por ser parte esencial de la dieta, curando la lengua negra con un poco de ácido nicotínico, en la dieta de cerdos, pollos, monos y otras especies; siendo útil por igual con el compuesto fisiológicamente activo.

Como lo explica Martínez (1997), es poco frecuente encontrarnos con estados carenciales de esta vitamina, ya que nuestro organismo es capaz de producir una cierta cantidad de niacina a partir del triptófano, aminoácido que forma parte de muchas proteínas que tomamos en una alimentación mixta.

Cuando no está presente el triptófano (precursor), se producen trastornos en la glucólisis, ciclo de Krebs, cadena respiratoria y procesos de síntesis (Cepero R., et al, 2002).

Aristizábal (2007) también señala que se puede observar:

- Alteraciones cutáneas, enfermedades del TGI.
- Retardo en el crecimiento.
- Disminución de la producción de huevos.
- Ulceraciones en la mucosa.
- Inflamaciones

Las necesidades de niacina no están claras, debido a su distinta disponibilidad según el tipo de cereal y a la influencia de los niveles de triptófano. Se supone que han ido en aumento correlativamente a la mejora de la velocidad de crecimiento, pero se ha realizado muy poca experimentación en los últimos 20 años. En broilers, Whitehead y Portsmouth (1989 citado por Cepero 2002) proponían el doble que el NRC (35), y más tarde Whitehead (1994 citado por Cepero 2002) las estimaba en 50-60 mg/kg.

Los estudios norteamericanos, basados en dietas maíz-soja, son contradictorios. Waldroup et al. (1985 citado por Cepero 2002), en una serie de 4 experimentos con broilers cebados hasta 42 días, utilizaron suplementos de 33-66 ppm sobre una dieta basal con 33 mg/kg, observando mejoras significativas en el peso vivo (con mayor respuesta en machos) y en algunos casos en el índice de conversión. En cambio Ruiz y Harms (1987 citados por Cepero 2002), que trabajaron con niveles de triptófano

superiores en un 30%, concluyeron que los requerimientos diarios se situaban en 32 y 27 mg/kg de pienso entre 0-3 y 3-7 semanas respectivamente, lo que haría poco necesaria la suplementación en dietas maíz-soja.

Whitehead (2001 citado por Cepero 2002) considera que estos aportes son totalmente inadecuados para dietas basadas en trigo y con los crecimientos actuales, y publica los resultados de 2 experimentos propios, en los que se lograron los mejores resultados en peso vivo y conversión a 3 y 6 semanas con 80-100 mg/kg; en condiciones de estrés de calor la necesidad de niacina para máximo crecimiento se redujo a 50 mg/kg, debido a la disminución de la ganancia de peso inducida por las altas temperaturas

#### **D. VITAMINA B5. (ÁCIDO PANTOTÉNICO. VITAMINA W).**

Cepero (2002) describe que, el ácido pantoténico es constituyente del acetyl-coenzima A, esencial en la utilización de los nutrientes para la obtención de energía en el ciclo de Krebs, y de otras enzimas y coenzimas. Participa en la síntesis de ácidos grasos, colesterol y hormonas esteroideas. También interviene en la síntesis de anticuerpos, en la actividad de las glándulas adrenales, y en la acetilación de la colina para la transmisión de impulsos nerviosos. Está relacionado con la vitamina B12; si ésta es escasa acentúa su deficiencia. También presenta otras interacciones (ácido fólico, biotina y cobre). Es relativamente escaso en ingredientes básicos de los piensos como son maíz, cebada y soja, y más abundante en plantas verdes y subproductos de origen animal, y posee una estabilidad bastante buena en condiciones normales.

El ácido pantoténico actúa como coenzima para la acetilación, como lo detalla Martínez (1997), esta vitamina sirve para la síntesis y catabolismo de las grasas e interviene en la síntesis de esteroides. Representa un gran papel en las reacciones unicelulares.

Las deficiencias varían dependiendo de la especie, para aves, Gelvez (2009) menciona:

- Enfermedades de la piel (despigmentación) y mucosas (exudados y costras).
- Trastornos en el TGI (ulceras, hemorragias, diarreas, hígado graso).
- Anorexia, bajo crecimiento y mala conversión.
- Trastornos hormonales, produciendo alteraciones reproductivas.
- Baja postura.
- Trastornos nerviosos.

El ácido pantoténico no es considerado tóxico para los humanos o animales. Por lo tanto no se han establecido la ingesta máxima tolerable para esta vitamina (Cepero, 2002).

Las necesidades establecidas para pollos y pavos (10 mg/kg pienso) se basan en estudios de finales de los años 70. Hay muy pocos datos experimentales modernos aunque, al contrario que en otras vitaminas, tienden a apoyarlas. Dehyhim et al. (1991 citado por Cepero 2002) ensayaron en broilers concentraciones 2 y 4 veces superiores, sin obtener mejoras en su tasa de crecimiento ni en el balance energético; igualmente, Harms y Nelson (1992 citado por Cepero 2002) ensayaron en pollitos (0-21 días) niveles de suplementación hasta de 14,4 mg/kg sin hallar diferencias significativas en crecimiento e índice de conversión respecto a los niveles actualmente establecidos. Sin embargo, las recomendaciones actuales de las estirpes comerciales son 2-3 veces superiores, probablemente por el papel que se atribuye al ácido pantoténico en la

resistencia general al estrés y en la prevención de lesiones cutáneas (Bains, 1999 citado por Cepero 2002). El estudio de Dehyhim et al. (1991 citado por Cepero 2002) ofrece otro aspecto de interés, la posibilidad de enriquecer su contenido en la carne de ave, pues a las dosis utilizadas aumentó en un 35 y un 74%, respectivamente.

#### **E. VITAMINA B6. (PIRIDOXINA).**

Se definió como factor responsable dentro de los complementos del complejo B; tras muchas investigaciones finalmente se aceptó el nombre de vitamina B6. Es esencial para el metabolismo de los rumiantes, al igual que para otros animales, en los caballos esta se sintetiza en el ciego (Martínez, 1997).

Aristizábal (2007) detalla que se encuentra en tres formas naturales:

- Piridoxina.
- Piridoxamina.
- Piridoxal.

Cepero (2002) señala que la mayoría de los ingredientes son buenas fuentes de esta vitamina, pero su disponibilidad es relativamente baja (40-60%), en particular en la soya. Como el resto de vitaminas del grupo B, posee numerosas funciones metabólicas, principalmente en el metabolismo y transporte de aminoácido, en especial de metionina y triptófano; por lo que altos niveles de estos aumenta sus necesidades y su deficiencia reduce la retención de nitrógeno. La vitamina B6 se almacena principalmente en el tejido muscular. También participa en la incorporación del hierro en la hemoglobina y

en la síntesis de inmunoglobulinas; por ello una deficiencia marginal causa policitemia normocrómica microcítica (aumento de hematíes pequeños).

Se relacionan con la actividad enzimática del metabolismo de las proteínas, Martínez (1997) describe que en forma de piridoxal-fosfato sirve como coenzima (co-decarboxilasa), catalizan la transferencia del grupo amino del ácido glutámico, y de algunos otros aminoácidos o ceto-ácidos; el piridoxal-fosfato se requiere para la síntesis del ácido d-aminolevulínico, esencial para el metabolismo completo del triptófano.

Ariztizabal (2007) y Piquer (2000) describen que hay muchas enzimas ligadas al fosfato de piridoxal, por lo tanto hay muchas lesiones bioquímicas por carencia de vitamina B6. Estas se tratan, sobre todo, de alteraciones de metabolismo (aminoácidos), que afectan el crecimiento de los animales. Pueden encontrarse convulsiones, debidas a la acumulación de ácido glutámico (se debilitan la glutamicodecarboxilasas), en cerdos disminuye el apetito y puede provocar anemia, en polluelos presentan movimiento automático, y en adultos disminuye la puesta y la cantidad de eclosiones.

Hay muy poca investigación nueva sobre sus necesidades, pues se tiende a considerar que las dietas prácticas aportan suficiente cantidad. Pero, como en otros casos, habría que tener en cuenta que las aves modernas consumen menos pienso por kg de peso vivo (con lo que proporcionalmente disminuye la ingestión de vitaminas) (Cepero, 2002).

Además, los requerimientos óptimos de piridoxina están relacionados con los niveles de proteína y AA de la dieta (Daghir y Shah, 1973 citado por Cepero, 2002). Por ello, algunos sugieren que en dietas de alta proteína como las usadas hoy en día en broilers y

pavos sus necesidades habrían aumentado en un 25% (Porstmouth, 1996 citado por Cepero, 2002). El NRC se basa en estudios de los primeros años 70, y propone 3,5 mg/kg en broilers y pavos desde 8 semanas y 4,5 mg/kg en pavos de 0-2 meses. Otros autores consideran que debería suplementarse hasta 6 mg/kg (Leeson y Summers, 1997; Bains, 1999 citado por Cepero, 2002). Sin embargo, según Villamide y Fraga (1999 citado por Cepero, 2002), en España la mayoría de las premezclas vitamínicas aportan niveles inferiores. Una dosis de 4 mg/kg es adecuada para contrarrestar los efectos tóxicos de la inclusión en piensos de altas proporciones de algunas leguminosas (Walters et al., 1991 citado por Cepero, 2002).

Se cree que los altos niveles de piridoxina (500-1000 mg/kg) pueden reducir las reacciones de miedo de los broilers, estimadas por la duración del test de inmovilidad tónica muscular (Schwean y Classen, 1995 citado por Cepero, 2002). Estas elevadas dosis redujeron el crecimiento, pero mejoraron el índice de conversión.

Se ha prestado bastante atención a la vitamina B6 en relación con los problemas de patas, pues la suplementación reduce su incidencia (Cope et al., 1979, Beirne y Jensen, 1981 citado por Cepero, 2002). Según Sauveur (1984 citado por Cepero, 2002), la piridoxina actuaría en la formación de ácido picolínico (derivado del triptófano), a su vez ligado a la absorción intestinal de zinc, y todos ellos serían sinérgicos para prevenir la debilidad de patas. Masse et al. (1994 citado por Cepero, 2002) demostraron que una deficiencia marginal provoca una maduración incompleta del colágeno y una invasión anárquica de vasos irregulares en la placa de crecimiento óseo, por lo que consideraron a la vitamina B6 esencial para la integridad de la matriz del tejido conjuntivo y el desarrollo del esqueleto.

## **F. VITAMINA B8. (BIOTINA. VITAMINA H).**

Martínez (1997) señala que la biotina actúa como factor de muchas enzimas que participan en la gluconeogenesis, en la síntesis de proteínas, y en las reacciones de carboxilación que se producen en el metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Esta reacción es muy importante en la síntesis de ácidos grasos de cadena larga, por ello en casos de deficiencia de esta vitamina se han descrito alteraciones específicas del perfil lipídico de los tejidos de las aves, consistentes en una reducción relativa de las concentraciones de ácidos grasos con mayor número de átomos de carbono. También es típica la hipoglucemia, ya que la biotina ayuda a mantener los niveles de glucosa cuando la ingestión de hidratos de carbono es baja. Los síntomas clásicos de deficiencia de biotina son la dermatitis, reducción del crecimiento y la deformidad de patas, con alteraciones de la formación del hueso. Se determinó que la biotina es 2-ceto-3,4 imidazolido-2-tetrahidro-tiofeno-valérico, ácido monocarboxílico, cristalino de gran estabilidad química y es soluble en alcohol y agua.

Según Aristizábal (2007) y Martínez (1997) coinciden en que la biotina actúa en la fijación del dióxido de carbono y la descarboxilación, interviene en la adición del dióxido de carbono al piruvato, adenina y guanina y en la descarboxilación del oxalacetato y del succinato, también en la adición de dióxido de carbono a la acetil CoA para formar malonil CoA, por lo tanto interviene en la síntesis de las grasas; aparentemente en bovinos y ovinos la síntesis del rumen provee adecuadamente las necesidades del cuerpo, hay una síntesis sustancial de biotina en el intestino de otras especies.

Los síntomas clásicos de la deficiencia en biotina son la dermatitis, la reducción de crecimientos, y las deformidades de patas, con alteraciones de la formación del hueso (Bain et al., 1988 citado por Cepero 2002).

Cepero (2002) menciona que el estudio de esta vitamina recibió un gran impulso a raíz de la aparición en broilers en los años 70 de un problema metabólico (síndrome del hígado y riñón graso, FLKS), cuyas manifestaciones bioquímicas corresponden a lo arriba descrito, causado por un desequilibrio entre dos enzimas dependientes de esta vitamina, que impedía la gluconeogénesis hepática para restablecer los niveles de glucemia en caso de mayor demanda por ayuno o estrés térmico. La movilización de lípidos en un intento fallido de obtener glucosa terminaba en la infiltración grasa de los órganos y en muerte por acidosis. Whitehead et al. (1976) demostraron claramente que el FLKS se debía a un insuficiente contenido de la dieta en biotina. Esta patología se daba principalmente si las dietas eran relativamente bajas en grasa y proteína.

Las necesidades de biotina dependen en gran medida de la composición de la dieta. En la mayoría de los ingredientes se da una gran variabilidad en contenidos y biodisponibilidad. El caso más conocido es el del trigo (disponibilidad 0-5%); en cebada es del 11%, y en maíz y soja, del 75-100% (Whitehead et al., 1982 citado por Cepero, 2002).

Cepero (2002) describe que en broilers, estudios llevados a cabo hace más de 20 años (Whitehead y Bannister, 1980) se estableció 170 mg/kg como requerimiento para el crecimiento, a pesar de lo cual NRC mantuvo su recomendación en 150 mg/kg

basándose en datos más antiguos. Otros autores (Misir et al., 1983; Watkins y Kratzer, 1987; Oloyo, 1991, 1994; Chee y Chang, 1995) han hallado respuestas lineales hasta 200 mcg/kg. Whitehead (1988) indicaba que la necesidad de biotina podría aumentar en condiciones de estrés nutricional o ambiental, y que con dietas ligeramente bajas en grasa o proteína, se puede precisar 250-300 para reducir la mortalidad al mínimo. Oloyo (1991, 1994) encontró precisos 200 mg/kg para prevenir por completo el FLKS, la podo-dermatitis, y las deformidades de patas, nivel mayor al requerido para lograr máximos resultados en peso vivo y conversión.

#### **G. VITAMINA B12. (COBALAMINA).**

Llamada también cianocobalamina, esta vitamina interviene en la síntesis de ADN, ARN. Es necesaria para la formación de nucleoproteínas, proteínas, glóbulos rojos y para el funcionamiento del sistema nervioso, para la movilización (oxidación) de las grasas y para mantener la reserva energética de los músculos. (Martínez L., 1997).

Cepero (2002) detalla que la cianocobalamina participa en el metabolismo de los ácidos grasos y en la síntesis de proteínas, en reacciones que implican transferencia de grupos metilo e hidrogenados. Posee interrelaciones con la metionina y los ácidos fólico y pantoténico. Es muy escasa en las dietas de aves, y más si no incluyen harinas de origen animal, aunque es la más estable en los procesos de granulación y almacenamiento del pienso. Se estima que 100 g. de pechuga aportan el 8,5% de las necesidades diarias en humanos.

Aristizábal (2007) menciona que la insuficiencia de vitamina B12 se debe con frecuencia a la incapacidad del estómago para producir una glicoproteína que ayuda a absorber esta vitamina. Es la única vitamina que no se encuentra en productos vegetales. La deficiencia da como resultado una anemia perniciosa, con los característicos síntomas de mala producción de glóbulos rojos, síntesis defectuosa de la mielina, pérdida del tejido del tracto intestinal, psicosis, degeneración nerviosa y úlceras en la lengua.

En broilers, la deficiencia en vitamina B12, reduce los aumentos de peso, puede acompañarse por efectos secundarios muy específicos, como trastornos nerviosos, y en aves ponedoras disminuye la producción de huevos y muy específicamente, la incubabilidad; ya que decrece la cantidad de vitaminas en la yema del huevo (Martínez L., 1997).

En rumiantes el consumo de cobalto es esencial, como lo señala Martínez (1997), la única función fisiológica de este mineral es participar en la síntesis microbiana de vitamina B12 en el rumen. Si hay una deficiencia de cobalto en el rumen también habrá una deficiencia de vitamina B12. A nivel tisular la vitamina B12 es necesaria como parte de una coenzima que permite la utilización de ácido propiónico.

Las necesidades de vitamina B12 son muy pequeñas (se miden en microgramos) y, además, es la vitamina que más se almacena en el organismo, principalmente en el hígado. No se dispone de investigaciones recientes ni en broilers ni en pavos. Sus requerimientos se estimaban en los años 70 en 12 mcg/kg (Whitehead y Porstmouth, 1989 citado por Cepero, 2002). Portsmouth (1996 citado por Cepero, 2002) considera

que en dietas sin inclusión de harinas de carne los suplementos deberían aumentarse aproximadamente en un 20%.

## **H. ÁCIDO FÓLICO (VITAMINA B9)**

Se le llama ácido fólico por encontrarse principalmente en las hojas de los vegetales (en latín folia significa hoja), junto con la vitamina B12 participa en la síntesis del ADN, la proteína que compone los cromosomas y que recoge el código genético que gobierna el metabolismo de las células, por lo tanto es vital durante el crecimiento (Gelvez, 2009).

Martínez (1997) señala que es un factor antianémico, se aisló por primera vez del hígado un compuesto cristalino que se denominó L. Casei, posteriormente se llamó Pteroil- glutámico, y actualmente se conoce ya como ácido fólico, el ácido tetrahidrofólico se encuentra en forma de coenzima, su principal forma almacenada es el ácido 5-metil-tetrahidro-fólico, el ácido fólico es un sólido de color amarillo ligeramente soluble en agua pero poco inestable en soluciones ácidas.

Es una de las vitaminas más complejas estructuralmente. Sus principales funciones están relacionadas con la síntesis de proteínas y de ácidos nucleicos y en las interconversiones de diversos aminoácidos. También se precisa para el proceso de maduración de los hematíes y para el funcionamiento del sistema inmune. Está presente en la mayoría de los ingredientes de las dietas avícolas, especialmente en los de origen animal, pero en insuficiente cantidad (Bains, 1999 citado por Cepero 2002). La carne de pollo contiene unos 12 mg/100 g, aportando el 6% de la ingesta diaria recomendada en humanos.

Las recomendaciones del NRC (0,55 mg/kg) no han variado en 20 años, y se dispone de pocos trabajos recientes, pero que, en general, hallan respuestas más elevadas. Ante una infección por reovirus, las lesiones disminuyeron si las dietas tenían dos veces esta concentración (Cook et al., 1983, 1984 citado por Cepero 2002).

Ryu et al. (1995 citado por Cepero 2002) consideran que las necesidades no están bien establecidas, debido a la insuficiencia de los métodos analíticos, a la extendida creencia de que las dietas basadas en soja no precisaban suplementación, y al hecho de que muchos factores nutricionales pueden alterar sus requerimientos. Pesti et al. (1991 citado por Cepero 2002) demostraron que en dietas maíz-soja con un contenido teórico de 1,5 ppm se produjeron signos claros de deficiencia de ácido fólico, pues en realidad era 3 veces menor. Por otra parte, las necesidades de ácido fólico varían según la composición de la dieta: aumentan si el nivel de proteína es alto, para la síntesis del ácido úrico (Creek y Vasaitis, 1963 citado por Cepero 2002), de ciertos aminoácidos (metionina, glicina, serina) y de otras vitaminas (aumentan si B12y, sobre todo, colina se hallan en cantidades insuficientes).

Con niveles de colina y metionina próximos a los recomendados por el NRC, se han sugerido aportes de 1,2 mg/kg (Pesti et al., 1991; Ryu et al., 1995 citados por Cepero 2002); en el caso contrario, se han hallado respuestas positivas en crecimiento y conversión hasta con 1,8-2 mg/kg (Pesti y Rowland, 1989; Ryu et al., 1994 citados por Cepero 2002). Basándose en estos criterios productivos, Ryu et al. (1995 citado por Cepero 2002) estiman sus necesidades totales en 1,45 mg/kg, y recomiendan adicionar 1,2-1,3 mg/kg según los niveles de colina.

Sin embargo, Whitehead et al. (1995 citado por Cepero 2002) no observaron esta supuesta dependencia de los niveles de colina, y sugieren que la deficiencia de metionina podría ser más importante para los requerimientos de ácido fólico. En sus experimentos los máximos resultados en crecimiento y conversión se obtuvieron con un contenido total de la dieta de arranque (en harina) de 1,7-2,0 mg/kg, estimando necesaria la suplementación de 1,5 mg/kg; para piensos granulados recomiendan un suplemento de 2,5 a 3 mg/kg. No se dispone de información similar para pavos.

## **I. COLINA**

Constituyente del fosfolípido lecitina, componente alimentario esencial bajo ciertas condiciones, complementa las raciones alimenticias. También se le puede considerar un componente del grupo B, actúa al mismo tiempo con el inositol en la formación de lecitina, que tiene importantes funciones en el sistema lipídico. Es un agente metabólico esencial para la construcción y mantenimiento de las estructuras celulares, al igual que tiene un factor muy importante en el metabolismo de las grasas dentro del hígado promoviendo su transporte como lecitina o incrementa la utilización de los ácidos grasos por el propio hígado, porque impide la acumulación de grasa denominándose factor lipotrópico, la colina es indispensable para la formación de acetilcolina la que hace posible la transmisión de los impulsos nerviosos. La colina se sintetiza en el intestino delgado por medio de la interacción de la vitamina B12 y el ácido fólico con el aminoácido metionina, la metionina puede remplazar de forma parcial a la colina y a la colina, junto con la homocisteína, puede sustituir las necesidades de la metionina (Martínez, 1997).

Gelvez (2009) menciona que sus necesidades metabólicas se pueden cubrir de dos maneras:

- Por la adición de colina a la ración, y
- Síntesis de colina dentro del cuerpo a partir de grupos metilo hábiles.

Las aves pueden sintetizar colina, pero esta capacidad que, aumenta con la edad, puede a veces ser insuficiente en cantidad o en rapidez. La colina es un factor lipotrópico para el hígado, por lo que sus necesidades aumentan con el uso de dietas elevadas en grasa. Es esencial para la formación del neurotransmisor acetilcolina y de las lecitinas, integrantes de las membranas celulares, y participa en la formación de la matriz cartilaginosa que da lugar al crecimiento de los huesos, por lo que el aumento de colina y ácido fólico ha dado lugar en algún ensayo a la disminución de problemas de patas (Ryu et al., 1995 citado por Cepero 2002).

Existen muchas dudas sobre su disponibilidad en las materias primas. La colina es más abundante en harinas de pescado y en semillas oleaginosas, aunque en este caso su biodisponibilidad es muy distinta; en la soja se estima entre el 75 y 100% (Menten et al., 1997; Simón, 1999 citados por Cepero 2002), y en la colza, que contiene 3 veces más, sólo es del 25-40% (Emmert y Baker, 1997 citado por Cepero 2002). El maíz contiene la mitad que el trigo y la cebada, con lo cual se precisa aportar más colina en las dietas en las que predomina este cereal. Estas situaciones, junto a las interrelaciones con metionina y betaína, pueden explicar las discrepancias sobre las necesidades de

colina que se observan en la literatura; si bien la mayoría de los trabajos publicados, en los que se basan las recomendaciones vigentes del NRC, datan de 20-40 años atrás.

Las necesidades son muy altas en fase de arranque, la más estudiada, y disminuyen a medida que con la edad incrementa la capacidad de síntesis de las aves; también son inferiores en los genotipos con menor potencial de crecimiento. Quillin et al. (1960 citado por Cepero 2002) determinaron que 1 g de colina podía sustituir como donador de grupos metilo a 2,3-2,4 g de metionina, ratio que se rebaja a 2:1 en el trabajo de Wang et al. (1987 citado por Cepero 2002). Esto depende mucho de sus respectivos niveles: las necesidades de colina aumentan si la dieta es relativamente baja en aminoácidos sulfurados (Whitehead y Porstmouth, 1989 citado por Cepero 2002), y a ciertos niveles de metionina se observan respuestas productivas a la suplementación de colina. Pero si este aminoácido es muy deficiente, se convierte en el primer factor limitante, y los aportes de colina ya no producen efecto; ocurre lo mismo si la metionina está en exceso (Miles et al., 1987 citado por Cepero 2002). No obstante, en la mayoría de los experimentos se ha constatado que la adición de colina produce mejoras significativas en crecimiento, consumos de pienso e índice de conversión en relación lineal al aumento de la dosis (Tillman y Pesti, 1985; García et al., 1999 citados por Cepero 2002), aunque en algún caso sólo en la fase de arranque (Bond et al., 1985 citado por Cepero 2002). Pero los niveles óptimos de suplementación estimados (en dietas maíz-soja, cuyo contenido teórico es de unos 1350 mg/kg) varían ampliamente, entre 120 y 1000 ppm, lo que quizá se deba a diferencias importantes en la composición nutritiva de los piensos utilizados.

En los estudios de Emmert y Baker (1997 citado por Cepero 2002) se halló una respuesta casi lineal del crecimiento entre 10 y 22 días hasta niveles de suplementación de 1.115 mg/kg, con ulteriores mejoras hasta 2000. Para maximizar la conversión del pienso era suficiente un suplemento de 800 ppm (contenido total de la dieta, 1.900 ppm). Estos valores son superiores a los propuestos por el NRC. Para broilers de mayor edad, Workel et al. (1999 citado por Cepero 2002), basándose en este trabajo y en ensayos del INRA, recomiendan una suplementación en pienso de 500-800 mg/kg, según la fase de cebo. No interesa trabajar con dietas deficientes en colina, ya que en tal caso sus necesidades se cubrirían en parte a base de metionina, que es uno de los nutrientes más limitantes desde el punto de vista económico en las dietas avícolas.

Otro aspecto que se ha investigado recientemente es la posibilidad de que la colina pueda ser sustituida por la betaína como donador de grupos metilo en las dietas de broilers, ya que un 55-62% de la colina pasa en hígado a betaína tras su oxidación (Kettunen et al., 1999 citados por Cepero 2002). Pero ello es posible sólo en parte; la adición de 500 ppm de betaína a dietas con 600 mg de colina total no produjo efecto alguno, mientras que los índices productivos mejoraron linealmente con la adición de colina (Emmert y Baker, 1997 citado por Cepero 2002). El 75% de las necesidades de colina deben ser aportadas por la colina per se (Lowry et al., 1987 citados por Cepero 2002).

## **J. VITAMINA C. (ÁCIDO ASCÓRBICO; ANTIESCORBÚTICA)**

La vitamina C es necesaria para la producción de colágeno, proteína necesaria para la cicatrización de heridas, además es importante porque ayuda a formar tejidos, por ser partes de las sustancias que unen las células, pero la necesidad de la vitamina varía

durante el crecimiento, se destruye por la acción del calor y cuando esta en contacto con el aire esta se oxida y pierde su actividad (Aristizábal C., 2007).

Como lo describe Cepero (2002), el ácido ascórbico participa en procesos biológicos y metabólicos fundamentales: conversión de la vitamina D3 a su forma activa, biosíntesis del colágeno, absorción de minerales (Fe), control de la síntesis de glucocorticoides, estimulación de la actividad fagocítica, antioxidante a nivel celular... Por ello posee importantes acciones en los procesos de calcificación, en la respuesta inmunitaria y de adaptación al estrés, y en el mantenimiento del equilibrio electrolítico

Aristizábal (2007) señala algunos problemas causados por la deficiencia de vitamina C como:

- Trastornos reproductivos.
- Aumento de la predisposición a infecciones.
- Daño y Hemorragia en mucosa.
- Pérdida de peso.

Según Aristizábal (2007) se puede mencionar algunos síntomas por el exceso como:

- Oxaluria, uricosuria, hipoglicemia, absorción excesiva de hierro, diarrea, respuestas alérgicas.
- Actividad aumentada de las enzimas degradativas de ácido ascórbico
- Además la destrucción de vitamina B12 e interferencia con sistemas oxidasa en el hígado.

Las aves pueden sintetizarla en el riñón, por lo que suele asumirse que no precisan suplementación; pero esta capacidad disminuye en la primera semana de vida, especialmente en machos, aumentando después progresivamente. También se reduce en momentos de estrés (Pardue y Thaxton, 1986; Pardue, 1988; Hooper et al., 1989; Ferket, 1994; Chen, 1994; Jones, 1996 citados por Cepero 2002). En estas situaciones, tan corrientes en la producción comercial, la suplementación con ácido ascórbico a 200-300 ppm ha mostrado variados efectos fisiológicos: disminuye la concentración en plasmática de corticosterona y potasio, y aumenta la de sodio, triglicéridos y de la propia vitamina C; reduce la relación heterófilos/linfocitos y las reacciones de miedo; mejora la respuesta inmunitaria celular y humoral; aumenta el consumo de pienso y la digestibilidad de los nutrientes (Pardue et al., 1985; Murray y Thaxton, 1985; Murray et al., 1987 a,b; Aguilera-Quintana et al., 1989; Kutlu y Forbes, 1994; McKee et al., 1995; McKee y Harrison, 1996; Dzhambulatov et al., 1996; Jones et al., 1997 citados por Cepero 2002).

## **5. MINERALES**

Esta clase de nutriente está dividida en macrominerales (aquellos que son necesarios en grandes cantidades) y los microminerales o elementos traza. Aunque los microminerales son requeridos solo en pequeñas cantidades, la falta o inadecuado suministro en la dieta puede ser perjudicial para los pollos como la falta de un macromineral (Damron B., 1998).

Damron (1998) señala que los minerales tienen un número importante de funciones en los seres vivos. La más reconocida ampliamente es la formación de huesos; fuertes, rígidos y duros. Las gallinas ponedoras también requieren minerales, principalmente calcio, para la formación del cascarón. Los minerales son necesarios para la formación de células de la sangre, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada del músculo.

Damron (1998) describe que los granos son deficientes en minerales, por lo que en los alimentos para aves es necesario suplementar. Calcio, fósforo y sales son necesarios en grandes cantidades. La piedra caliza y conchas de otras son una buena fuente de calcio. Dicalcio y fosfatos difluorados son los acarreadores de costumbre de fósforo y calcio para dietas para aves. Microminerales como hierro, cobre, zinc, manganeso y yodo son normalmente suministradas a través de una mezcla de minerales traza.

Según Mateos, et al (2004), en numerosas situaciones los correctores incorporan cobalto (razonable en el caso de los conejos) y ocasionalmente se añade molibdeno (más frecuente en el caso de rumiantes y a veces pollos).

## **A. HIERRO**

El hierro (Fe) es el elemento traza más abundante en el organismo animal, donde aproximadamente el 60% forman parte de la hemoglobina. El Fe es preciso en reacciones bioquímicas tales como síntesis de DNA, transporte de oxígeno y metabolismo general de los nutrientes. Su capacidad para oxidarse y reducirse, hacen del Fe un elemento traza único en reacciones redox intracelulares. Una deficiencia

prolongada en Fe produce anemia, pérdida del apetito, letargia, aumento del índice respiratorio y muerte del animal. La deficiencia en Fe es la deficiencia más frecuente en el hombre a nivel mundial. Sin embargo, en producción ganadera la suplementación con Fe no siempre va acompañada por una mejora de los rendimientos productivos lo que indica que, en general, el suministro es superior a las necesidades. Por ejemplo, las cerdas lactantes son muy exigentes en nutrientes pero las necesidades extras de Fe son limitadas porque la leche es pobre en Fe, debido a que este mineral no es capaz de atravesar la barrera de la glándula mamaria (Mateos G., et al, 2004).

Mateos (2004) menciona que los ingredientes vegetales utilizados en piensos comerciales contienen grandes cantidades de Fe, aunque su concentración y biodisponibilidad es muy variable dependiendo de la fuente y del tipo y grado de contaminación por tierra. Los granos de cereales contienen entre 30 y 70 ppm, las semillas de leguminosas entre 60 y 100 ppm y las harinas de oleaginosas entre 200 y 400 ppm y aún más en el caso del torta de palmiste. Los ingredientes de origen animal, excepto los derivados lácteos son buenas fuentes de Fe. Además, las fuentes de cobre, caso del sulfato, contienen cantidades variables de Cu, normalmente superiores a 25-60 ppm. La biodisponibilidad en ratas y aves del Fe de las materias primas con respecto al sulfato de hierro utilizado como patrón varía entre el 30 y el 70% para los forrajes, es algo superior para la harina de soja y los granos de cereales y aún más elevada para las fuentes de origen animal. Las fuentes de calcio (Ca) y fósforo (P) utilizados de forma rutinaria en piensos comerciales, son ricas en Fe.

## **B. COBRE**

Mateos (2004) explica que el cobre (Cu) es necesario para la actividad de numerosas enzimas relacionadas con el transporte y metabolismo del Fe, la formación del colágeno y el desarrollo armónico de los huesos, la producción de melanina y la integridad del sistema nervioso central. Sin embargo las necesidades del animal para prevenir estas deficiencias fisiológicas son muy reducidas. En general, las gramíneas contienen menos Cu que las leguminosas y los granos más que tallos y hojas. Cereales, semillas de leguminosas y derivados lácteos son pobres en Cu (2 a 10 ppm) mientras que las harinas oleaginosas son fuentes aceptables (15 a 30 ppm).

Mateos (2004) se refiere que un problema adicional es la biodisponibilidad del Cu en los ingredientes de origen vegetal es sólo del 50% en relación con los ingredientes de origen animal, aunque el Cu de los granos de cereales es hasta diez veces más disponible que el de los forrajes. A menudo olvidado, pero no por ello falto de interés, es la contribución del Cu de cañerías, utensilios y equipos para satisfacer las necesidades en animales en intensivo. Aunque la deficiencia en Cu no sea frecuente en monogástricos es preciso suplementar los piensos con pequeñas cantidades (5 a 15 ppm según especie) a través de premezclas. Las razones del efecto beneficioso del Cu sobre el crecimiento y la productividad de algunas especies no es conocido, pero el Cu podría contribuir al menos mediante cuatro mecanismos diferentes:

- Agente antimicrobiano;
- Mejora de la digestibilidad de ciertos nutrientes;
- Mejora de la respuesta inmune;

- Protección de las células contra la oxidación y los daños producidos por los radicales libres.

El efecto estimulante del Cu va unido a un mayor consumo de pienso, lo que indica que su mecanismo de acción podría ser similar al observado para los promotores de crecimiento de tipo antibiótico (Mateos G., et al, 2004).

Mateos (2004) señala también que el Cu regula la actividad de numerosos enzimas con carácter antioxidante y facilita o potencia la respuesta inmunológica del animal ante una agresión. La acción protectora del Cu en los tejidos corporales contra el estrés de la oxidación tiene lugar al menos mediante dos vías; una relacionada con el metabolismo del Fe y otra como componente de la enzima superóxido dismutasa. El exceso de Cu crea problemas a varios niveles y los efectos son más evidentes en aves que en cerdos. Así, dosis farmacológicas (250 a 500 ppm) bien por vía pienso o vía pienso y agua en combinación, reducen el consumo y la productividad en pollos, pavos y ponedoras. Además, aumentan el número y gravedad de las lesiones de la cavidad bucal y de la capa protectora interna de la molleja, así como, la incidencia de proventriculitis.

### **C. ZINC**

El primer síntoma clínico asociado con una deficiencia en zinc (Zn) fue el retardo del crecimiento y la aparición de anomalías en la piel y el pelo en ratas, hace más de 70 años. En los años 50 algunos trabajos ya indicaban que el Zn era esencial en cerdos y pollos. El Zn está relacionado con la replicación celular y el desarrollo de cartílagos y huesos, y una deficiencia origina retardo del crecimiento, dermatitis (paraqueratosis en

porcino) y problemas de fertilidad en la hembra y en el macho. Además, el Zn influye sobre la regulación del apetito, lo que puede estar relacionado con la expresión de genes; en caso de carencia de Zn, la rata rechaza de forma selectiva consumir hidratos de carbono en beneficio de proteínas y grasas. La deficiencia en Zn es más frecuente en dietas basadas en ingredientes de origen vegetal y ricas en Ca. La razón es la formación de complejos Zn-Ca-fitatos en la sección proximal del aparato digestivo, tal y como ha sido demostrado en ratas. Por tanto, cabe esperar que el uso de fitasas exógenas y la reducción del nivel de Ca de la dieta beneficien el crecimiento de pollos y cerdos, especialmente si las dietas son deficientes en Zn (Mateos G., et al, 2004).

Damron (1998) describe que el contenido en Zn de cereales y semillas de leguminosas es relativamente bajo y en torno a las 20 a 30 ppm. En los cereales, la distribución del Zn no es homogénea siendo las cubiertas más ricas que las partes internas. Por tanto, salvado y gluten feed son buenas fuentes de Zn (60 a 90 ppm). Las harinas de oleaginosas (50 a 80 ppm) y las proteínas de origen animal, caso de la harina de pescado, son buenas fuentes, pero no así azúcares y aceites.

En aves, Mateos (2004) menciona que niveles farmacológicos de Zn no mejoran la productividad. La inclusión de 2.000 ppm en el pienso causa lesiones en la molleja y en el páncreas, aunque no afecta a la mortalidad. En gallinas ponedoras, niveles altos de Zn (2.500 ppm) como ZnO, han sido utilizados en programas de muda forzada.

## D. MANGANESO

La importancia del manganeso (Mn) en dietas para monogástricos ha sido un área activa de investigación en los últimos veinte años. Este elemento traza es necesario para la actividad enzimática, el metabolismo de lípidos e hidratos de carbono, el crecimiento de los huesos y el funcionamiento adecuado de los procesos reproductivos tanto en hembras como en machos. Una deficiencia produce como síntomas más típicos condodistrofia en pollitos recién nacidos y perosis en aves en crecimiento. En ponedoras, la deficiencia produce cáscaras de escaso grosor con anormalidades en la capa mamilar (Mateos G., et al, 2004).

Mateos (2004) explica que la suplementación con Mn mejora la elasticidad y la calidad de la cáscara aunque no existe consenso en la literatura a este particular. El Mn está ampliamente distribuido en los tejidos orgánicos pero a concentraciones muy reducidas. El contenido en granos y semillas es muy variable dependiendo en gran medida del pH del suelo donde se cultivan (menor contenido en la semilla según aumenta el pH del suelo). En general, trigo y avena (30 a 45 ppm) son más ricos que el maíz (5 a 8 ppm). El Mn se concentra en las capas externas del grano y, por tanto, gluten feed (20 a 25 ppm) y sobre todo, salvado de trigo (100 a 130 ppm) son buenas fuentes. La diferencia más notable observada en cuanto a contenido en este mineral en las diversas materias primas ocurre con el altramuz; las semillas del altramuz blanco (*Lupinus albus*) contienen entre 750 y 1.500 ppm de Mn que es entre 15 y 30 veces más que la concentración en la variedad azul (*Lupinus angustifolius*) aún creciendo en el mismo tipo de suelo.

## **E. SELENIO**

El selenio (Se) es un constituyente de las selenoproteínas y juega un papel estructural y enzimático importante en nutrición animal. La historia del Se como nutriente en dietas para el ganado ha sufrido grandes vaivenes; desde la prohibición de uso por su posible toxicidad hasta el reconocimiento de la necesidad de incluirlo en dietas prácticas. En un principio, el Se estaba considerado como un tóxico con propiedades carcinogénicas y su utilización en piensos estaba muy controlada. Paradójicamente hoy día se cree que es un potente anticancerígeno. En el año 1950 los nutricionistas llegaron a la conclusión de que dietas formuladas en base a maíz y harina de soja procedentes de ciertas regiones del globo, caracterizadas por la acidez de los suelos y los bajos contenidos en Se, necesitaban de un aporte exógeno para optimizar la productividad. En 1987, la FDA (Food and Drug Administration) autorizó un aumento de 0,1 a 0,3 ppm en los niveles de utilización. Pero en el año 1993 hubo un problema de mortalidad de aves acuáticas en el embalse de Keterson, en el estado de California, que fue atribuido por las autoridades a una contaminación del agua por Se. Consecuentemente, la FDA dio marcha atrás en su decisión y redujo el nivel máximo de uso al original 0,1 ppm. En 1994, el nivel permisible volvió a subir a 0,3 ppm (Mateos G., et al, 2004).

## **F. IODO**

El yodo (I) es necesario para la síntesis de las hormonas tiroideas y su deficiencia provoca daños cerebrales irreversibles. El efecto más obvio de la deficiencia en el hombre es el bocio, que resulta del engrosamiento de la tiroides para compensar la escasez de hormonas tiroideas. Dado el interés de la población urbana, los huevos

enriquecidos en este elemento se ofrecen y comercializan en numerosos países desarrollados. Dentro de la tiroides, el iodo es rápidamente oxidado y combina con la tirosina para producir I orgánico. La tirosina yodada forma las hormonas del tiroides: triiodotironina (T3) y tiroxina (T4). Una deficiencia en I es difícil de observar en aves, pero puede ocasionar una reducción del crecimiento y de la puesta, menor tamaño del huevo y aumento de la mortalidad embrionaria. En el cerdo la deficiencia produce fallos reproductivos y lechones que nacen débiles y de dimensiones inusualmente alargadas (Mateos G., et al, 2004).

Mateos (2004) describe que el contenido en I de los ingredientes utilizados en piensos es muy variable; las plantas cercanas al litoral son buenas fuentes pero las que crecen en suelos graníticos, lavados, del interior de los continentes, son deficientes. Cereales y semillas de oleaginosas son pobres en I mientras que la harina de pescado es una fuente excelente. Por otra parte, cuando se utiliza sal yodada (3 g KI/Kg. NaCl) o sal marina, la suplementación exógena no es tan precisa. Las materias primas normalmente utilizadas en los piensos contribuyen con 0,10-0,15 ppm de I al pienso, mientras que las recomendaciones para ponedoras y porcinos están alrededor de 0,3-0,4 ppm. Problemas de deficiencia pueden ocurrir en animales que consumen dietas aparentemente adecuadas en iodo. El grado de estabilidad de las fuentes de I no es perfecto, especialmente cuando el corrector se almacena bajo condiciones de alta humedad y temperatura elevada. La forma yodato o el tiosulfato de sodio estabilizan el mineral reduciendo su vaporización. Así mismo, ciertos problemas relacionados con la deficiencia en I pueden deberse a la utilización de ingredientes ricos en goitrógenos.

## **G. CROMO**

Mateos (2004) explica que desde hace 45 años el cromo (Cr) ha sido considerado como un nutriente esencial en dietas para monogástricos pero se pensaba que los ingredientes naturales aportaban más de lo que el animal necesitaba. Por tanto, no había necesidad de aportes exógenos. El Cr forma parte del factor de tolerancia a la glucosa responsable de la sensibilidad de los tejidos a la insulina. Por tanto facilita la absorción y la utilización de la glucosa a nivel celular. La forma biológicamente activa es la trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ) y es precisa para el metabolismo óptimo de lípidos e hidratos de carbono. Afortunadamente, una deficiencia en Cr es difícil de producir incluso en condiciones experimentales. De hecho en monogástricos nunca han sido descritos síntomas de deficiencia. Sin embargo, algunos trabajos indican que en el hombre la suplementación adicional con Cr puede ser beneficiosa, especialmente en personas sometidas a estrés de carácter físico o metabólico. Se ha demostrado que en estos casos las pérdidas urinarias de Cr aumentan. El Cr ha alcanzado gran popularidad como suplemento alimenticio en la población urbana donde se utiliza de forma frecuente como ayuda para perder peso y en atletas para mejorar el desarrollo del sistema muscular. De hecho, los suplementos minerales basados en Cr son, tras los que incluyen Ca, los más vendidos en Estados Unidos dentro de esta categoría.

## **H. COBALTO**

La única función conocida hasta el momento del cobalto (Co) es su participación como cofactor en el metabolismo de la vitamina B12. De hecho no existe ninguna publicación

que haya descrito síntomas de deficiencia en Co en las diversas especies domésticas en presencia de esta vitamina (Mateos G., et al, 2004).

Desgraciadamente, Mateos (2004) señala que los tejidos orgánicos de aves y mamíferos son incapaces de incorporar el Co (grupo prostético) a la vitamina ya que carecen de la enzima necesaria, capacidad que está limitada a microorganismos tales como ciertas bacterias y algas. Por tanto, rumiantes, conejos y animales con acceso a sus propias heces podrían beneficiarse de esta posibilidad. Sin embargo, la eficiencia de la síntesis de vitamina B12 en el intestino distal de los monogástricos es limitada, por lo que se recomienda suministrar el Co en su forma activa. Su inclusión en el corrector está solo, y parcialmente justificada, en animales con acceso a sus propias heces, tal y como ocurre en producciones extensivas (cerdo Ibérico en montanera y aves en libertad con acceso al suelo). En consecuencia, los niveles de Co utilizados en la actualidad por los fabricantes de pienso de la Península Ibérica no están justificados. De hecho, diversos grupos productores de porcino y pollos no han incorporado Co en el corrector en los últimos 20 años y no por ello han observado síntomas de deficiencia alguna.

## **5.1 BIODISPONIBILIDAD DE LOS MINERALES TRAZA**

La determinación de la concentración de minerales traza en ingredientes, piensos y tejidos animales se realiza con una reproducibilidad aceptable mediante nuevas técnicas de laboratorio disponibles, pero desafortunadamente estos análisis no proporcionan información alguna sobre su posible utilización por el animal. Diversos investigadores han mostrado que la disponibilidad de las fuentes minerales varía en función de factores

tales como la especie, el tipo animal, el estado fisiológico, la alimentación previa, el criterio de respuesta elegido para la valoración, las interacciones entre minerales y, entre minerales y otros nutrientes, y la forma química y la solubilidad de la fuente testada. Solamente los nutrientes que son absorbidos pueden participar en procesos biológicos dentro del animal por lo que sólo ellos son utilizables. Los microminerales, bien libres bien unidos o ligados de bajo peso molecular, pueden ser absorbidos y estar presentes en los fluidos y tejidos orgánicos pero, aún así, podrían no ser utilizados. El término “biodisponibilidad” describe las propiedades y características de absorción y utilización de un nutriente dado (Mateos G., et al, 2004).

## **5.2. INTERACCIONES DE MINERALES TRAZA ENTRE SÍ Y CON OTROS NUTRIENTES.**

Hill y Matrone (citados por Mateos 2004) fueron los primeros en proponer que elementos, con características físicas y químicas similares, podrían actuar de forma antagonística entre si en los sistemas biológicos y que la configuración electrónica de cada elemento en cuestión puede ser utilizada para predecir posibles interacciones. En base a esta teoría, es de esperar que metales relacionados entre sí compitan por los puntos de anclaje a las proteínas de transporte o por los enzimas que requieran metales como coenzimas.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La presente investigación se realizó en el galpón experimental para pollos broliers bajo condiciones controladas que dispone la Planta de Alimentos de “AVITALSA”.

Localización y condiciones agroclimatológicas del estudio:

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Parroquia: Yaruquí.

Lugar: San Vicente de Yaruquí

Latitud: 78° 20' 26.32" Oeste

Longitud: 0° 13' 19.78" Sur

Altitud: 2450 m.s.n.m.

Temperatura promedio anual: 17°C (Max. 24 – Min. 12)

Humedad relativa: 50 – 70%

Luminosidad: 12h Verano a 10h Invierno

Pluviosidad promedio: 4000 a 10000 Mm. anuales

## **2. MATERIALES**

Este ensayo se lo realizó en el galpón experimental de Avícola Vitaloa S.A. – AVITALSA, que esta situado en la Planta de Alimentos Balanceados Equinoccial en Yaruquí, de 32 metros de largo por 12 metros de ancho, dando una superficie de 384 metros cuadrados, este galpón esta subdividido en 28 cuartos o módulos de 3 metros por 2.8 metros con una capacidad aproximada de 107 pollos cada uno, dando un total de 2996 pollos que se utilizaron en cada ciclo de esta experimentación.

Para la preparación y desinfección del galpón se lo fumigó con una combinación de formol y sulfato de cobre en 200 litros de agua en todas las paredes y en la viruta, luego de un periodo de espera se introdujeron los comederos, los bebederos y las criadoras a gas, para mantener una temperatura adecuada para el ingreso de los pollitos.

Se consumieron 323 quintales de alimento por cada ciclo, 61 de engorde 1, 108 de engorde 2, 66 de engorde 3 y 88 de engorde 4, que se los formuló en la misma planta en los cuales se añadieron las vitaminas y minerales, dependiendo el tipo de engorde, la edad y el tratamiento de la investigación desde el día de entrada hasta el saque de las aves.

Además se utilizaron los siguientes materiales para cada ciclo:

- 45 tanques de gas industriales de 15 Kg.
- 28 criadoras,
- 84 comederos tubulares,

- 28 bandejas de recepción,
- 56 bebederos de galón,
- 28 bebederos automáticos tipo campana,
- 84 láminas metálicas circulares para recepción,
- 1 bomba de mochila para fumigar,
- 1 saco de cal
- 2 jeringas de vacunación,
- 1 balanza,
- 2 termómetros de máximo y mínimo,
- 4 termómetros de reloj,
- 2 tanques de 200 litros para vacunación,
- 1 libreta de registro diario,
- 2 baldes,
- 1 medidor de pH para el agua de bebida,
- Guantes,
- Escobas,
- 1 overol,
- 1 par de botas,
- 1 computador,
- 1 cámara fotográfica
- Vacunas (Bronquitis, Gumboro, Hepatitis, New Castle).

### 3. MÉTODOS

Esta investigación se realizó en dos fase: en la fase 1 se disminuyó la dosis de vitaminas y minerales en 5, 10 y 15% incluyendo el testigo, con 7 repeticiones para cada tratamiento. En la fase 2 debido a que la substitución con el 5% se constituyó en la mejor alternativa económica se trabajó con las disminuciones con el 2.5, 5 y 7.5%, más el testigo.

Las aves fueron alimentadas con una dieta en base de maíz y pasta de soya (dieta básica), dividida en cuatro tipos de alimento, en las que se incluyeron las distintas concentraciones de la premezcla de vitaminas y minerales, y en el testigo la concentración de premezcla fue la recomendada comercialmente.

La designación de los tratamientos en la primera fase fue de la siguiente manera:

T1 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial

T2 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 5%.

T3 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 10%.

T4 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 15%.

Para la segunda fase los tratamientos fueron:

T1 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial

T2 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 2.5%.

T3 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 5%.

T4 = Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos 7.5%.

Las dosis de vitaminas y minerales que se encuentran dentro de la premezcla comercial son las siguientes (Tablas 1):

**TABLA 4.- Cantidad de vitaminas y minerales utilizadas como Premezcla Comercial en AVITALSA para 1 tonelada de alimento.**

CONTENIDO	UNIDADES	CANTIDAD
Vitamina A	I.U.	12000
Vitamina D3	I.U.	3000
Vitamina E	I.U.	35
Vitamina K3	mg.	2.5
Vitamina B1	mg.	2
Vitamina B2	mg.	8
Vitamina B6	mg.	5
Vitamina B12	mg.	0.02
Ácido Nicotínico	mg.	65
Ácido Pantoténico	mg.	12
Ácido Fólico	mg.	1.5
Biotina	mg.	0.25
Colina	mg.	350
Manganeso	mg.	75
Hierro	mg.	55
Zinc	mg.	65
Cobre	mg.	8
Yodo	mg.	1.25
Selenio	mg.	0.25

Fuente: Villacrés A., 2009

## **A. FACTORES EN ESTUDIO**

### **1) Parámetros Productivos**

- Peso de pollos broilers por unidad experimental
- Consumo de alimento. Es la cantidad de alimento en kilogramos suministrado a las aves según la tabla de consumo utilizada.
- Peso por ave. Es el peso en kilogramos de cada ave tomado semanalmente según el día de entrada.
- Conversión Alimenticia =  $(\text{Peso Vivo Total}) / (\text{Consumo de alimento Total})$ . Es una característica heredable y fácilmente afectada por el alimento de baja calidad, enfermedades y mal manejo. Se obtiene dividiendo los kilogramos de alimento consumido por lote entre los kilogramos de carne producidos, menos el peso del pollito al llegar.
- Porcentaje Mortalidad =  $(\text{Total pollos muertos} / \text{Total pollos entrada}) \times 100$ . Es el porcentaje que se obtiene al dividir el total de aves muertas por el número de aves iniciadas multiplicadas por cien.

## **2) Análisis Económico**

Para el análisis económico se utilizó la metodología del análisis de presupuesto parcial según Perrin, *et al.*, (1976), para lo cual se obtuvo el beneficio bruto que corresponde al peso de los animales por el precio en el mercado, por otro lado se obtuvo los costos variables de cada uno de los tratamientos. De la diferencia del beneficio bruto menos los costos variables se obtuvieron el beneficio neto.

Para el análisis de dominancia se colocó los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables, donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presentó un mayor costo variable.

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal obteniendo las tasas internas marginales que nos permiten determinar las mejores alternativas económicas.

## **B. DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **1) Características de la unidad experimental.**

El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), el modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = variable aleatoria

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto de la i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = error experimental

## 2) Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza utilizado fue:

**CUADRO 1.- Esquema del análisis de varianza**

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
<b>TOTAL</b>	27
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)
<b>T1 vs. T2, T3, T4</b>	1
<b>Premezcla Comercial lineal</b>	1
<b>Premezcla Comercial cuadrática</b>	1
<b>ERROR</b>	24

## 3) Coeficiente de variación

$$CV = (\sqrt{CME} / X) \times 100$$

Entre los niveles de disminución de la premezcla de vitaminas y minerales con las diferentes variables en estudio.

#### **4) Análisis funcional**

Se realizó la prueba de Duncan al 5% para los tratamientos y se estableció comparaciones y polinomios ortogonales.

#### **5) Variables a medir**

- Peso por unidad Experimental
- Consumo de Alimento
- Conversión de Alimento
- Mortalidad
- Peso individual

#### **6) Métodos específicos de Manejo.**

##### **a. Limpieza y desinfección del galpón para la recepción de pollitos**

Para la producción avícola es muy importante el periodo de espera y desinfección del galpón para lograr los resultados esperados en cada, para ello, en este ensayo se realizó un barrido exhaustivo tanto del suelo paredes y techo, se reviso todas las mangueras para el agua, seguido por un lavado con detergente de todo el galpón incluyendo bebederos comederos, bandejas y el tanque de agua de bebida.

Posteriormente se realizó un encalado de los 28 cuartos, tanto en paredes y suelo, como también de los corredores utilizando un saco de cal viva en un tanque de 200 litros.

Con el galpón totalmente seco se procedió a introducir la viruta en cada cuarto, luego se colocaron cortinas, criadoras, bandejas de recepción, bebederos de galón y redondeles y se realizó una desinfección completa utilizando una mezcla de 20 litros de formol más 1 Kg. de Sulfato de cobre en 200 litros de agua.

Terminada la desinfección se mantuvo cerrado el galpón durante 3 días, para luego ventilarlo por un día antes de la recepción de los pollitos.

#### **b. Recepción de pollitos**

Para cada recepción de pollitos se mantuvo tres horas antes encendidas las criadoras hasta alcanzar una temperatura constante de 32°C en el galpón y verificar que no existan corrientes de aire.

En el ingreso se contaron y pesaron 107 pollitos, para luego dejarlos en cada uno de los 28 cuartos dando un total de 2996 pollitos con los que se iniciaron cada crianza.

Hay que indicar que se recibieron pollitos de la línea Arbor Acres de lotes de reproductoras jóvenes, que nos indica que estos tuvieron una buena inmunidad materna y de buen peso de nacimiento.

### **c. Plan de Vacunación**

Las vacunaciones se realizaron según el plan establecido por AVITALSA según la zona de producción y de acuerdo a las patologías que se presentan, el plan que se utilizó en los dos ciclos fue el siguiente:

- Al día 5 se vacunó contra hepatitis y New Castle, 0.5 cc. de vacuna inyectable al cuello.
- Se vacunó a los 10 días al agua con bursa inmune contra Gumboro y vacuna mixta de NC clon 30 (New Castle) más bronquitis MA5, con 3000 dosis en cada una en 40 litros de agua.
- El refuerzo de Gumboro se realizó al día 21 con Gumboro Broiler de Intervet al agua en 150 litros.
- Por último a los 28 días se reforzó contra New Castle y bronquitis en 210 litros de agua.

### **d. Manejo de Temperatura**

Temperatura en °C:

Primer Semana: de 32 a 30.

Segunda Semana: de 30 a 29.

Tercera Semana: de 29 a 27.

Cuarta Semana: de 27 a 25.

Quinta Semana: de 25 a 24.

Sexta Semana en Adelante: 21-23.

**e. Saque.**

El saque de pollos se realizó a los 49 días según el programa establecido por la empresa

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. PRIMERA FASE

#### 1) PESO POLLOS/ UNIDAD EXPERIMENTAL

Al establecer el análisis de variancia para el peso de los pollos/unidad experimental no se detectó diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales establecidas, además no se encontró significación estadística en la comparación T1 vs. T2, T3, T4 y en los efectos lineales y cuadráticos de la premezcla lineal y cuadrática (cuadro 2).

Los pesos por unidad experimental se fueron incrementando de 13.14 a 273.78 kg, con coeficientes de variación entre 1.90 a 3.42%, coeficientes adecuados para este tipo de investigación.

**CUADRO 2.- Análisis de variancia para el peso de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
TOTAL	27				
TRATAMIENTOS	(3)	0.18 ns	0.52 ns	0.26 ns	9.54 ns
T1 vs. T2,T3.T4	1	0.37 ns	0.01 ns	0.39 ns	0.62 ns
PREMEZCLA LINEAL	1	0.01 ns	1.32 ns	0.38 ns	27.44 ns
PREMEZCLA CUADRAT.	1	0.15 ns	0.23 ns	0.00 ns	0.55 ns
ERROR	24	0.19	0.44	1.53	9.56
X (Kg.)		13.14	34.89	70.85	114.26
CV (%)		3.34	1.90	1.75	2.71

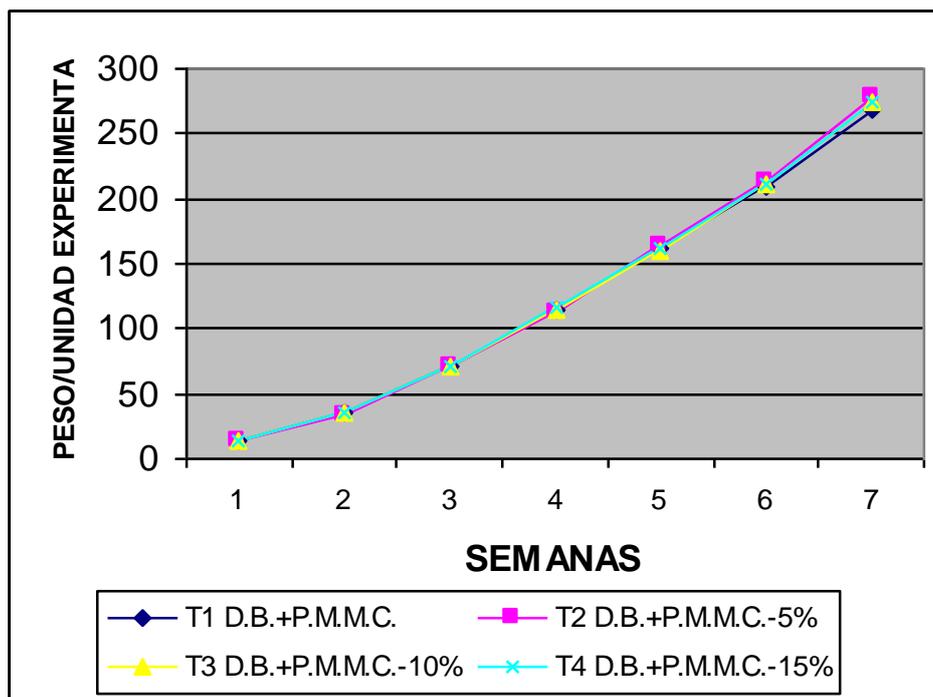
FUENTES DE VARIACION	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	9.44 ns	198.63 ns	77.28 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	1.69 ns	42.00 ns	180.11 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	7.43 ns	8.64 ns	49.41 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	19.20 ns	8.24 ns	2.33 ns
<b>ERROR</b>	24	20.32	28.59	87.89
<b>X (Kg.)</b>		161.90	211.45	273.78
<b>CV(%)</b>		2.78	2.53	3.42

La variación de los pesos de los pollos broilers fueron similares de 269.39kg a 277.39 Kg., razón por la que no se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, las diferencias no llegan ni a un kilogramo, por lo tanto se puede manifestar que no existió un efecto de la disminución de los niveles de premezcla comerciales de vitaminas y minerales sobre el peso total de los pollos broilers en cada unidad experimental (cuadro 3, gráfico 2).

**CUADRO 3.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de los pollos broilers/unidad experimental**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	12.94	34.86	71.06	114.00
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	13.13	34.51	70.61	112.83
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	13.33	35.04	70.80	114.57
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	13.17	35.13	70.94	115.63

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	161.47	209.33	269.39
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	163.44	213.39	277.39
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	160.69	211.27	274.77
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	161.99	211.81	273.60



**GRÁFICO 2.-** Curvas del incremento de peso/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de vitaminas (en especial en las vitaminas A, D y E) y superando por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

## 2) CONSUMO DE ALIMENTO

En el cuadro 4 los análisis de variancia para el consumo de alimento de los pollos broilers/unidad experimental bajo la acción de la disminución de la premezcla y minerales comerciales, no se detectó diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales establecidas, la comparación ortogonal T1 vs. T2, T3, T4 así como los efectos lineal y cuadrático de la premezcla y vitaminas comerciales no presentaron diferencias estadísticas.

Los promedios del consumo de alimento de los pollos broilers/unidad experimental se fueron incrementando de 13.33 en la primera semana hasta consumir 518.05 kg/unidad experimental a las siete semanas, con coeficientes de variación entre 1.03 a 2.85%, coeficientes bajos debido al buen manejo realizado.

**CUADRO 4.- Análisis de variancia para el consumo de alimento de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.05 ns	1..25 ns	1.64 ns	4.09 ns
<b>T1 vs T2,T3.T4</b>	1	0.15 ns	0.19 ns	4.83 ns	12.15 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.00 ns	3.07 ns	0.02 ns	0.03 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.00 ns	0.49 ns	0.07 ns	0.08 ns
<b>ERROR</b>	24	0.02	1.30	1.20	4.73
$\bar{X}(\text{kg})$		13.33	39.92	97.63	178.08
<b>CV(%)</b>		1.03	2.85	1.12	1.22

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	7.83 ns	14.54 ns	62.84 ns
<b>T1 vs T2,T3.T4</b>	1	22.06 ns	39.84 ns	149.20 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.06 ns	1.65 ns	38.78 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	1.36 ns	25.13 ns	0.54 ns
<b>ERROR</b>	24	16.46	43.39	117.16
$\bar{X}(\text{kg})$		270.85	378.38	518.05
<b>CV(%)</b>		1.50	1.74	2.09

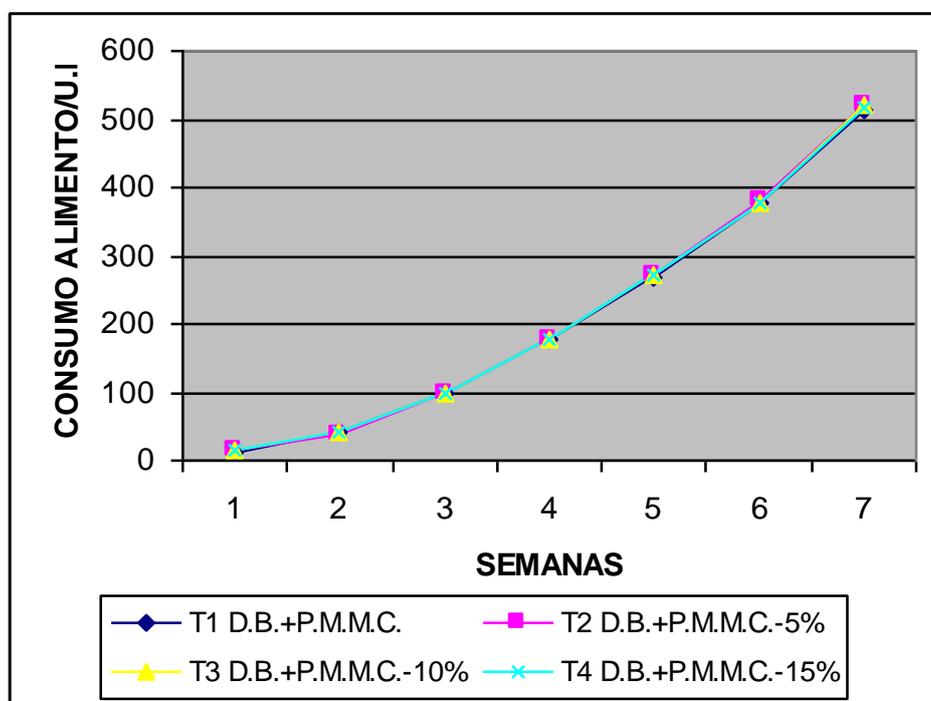
Si bien no se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio en cada una de las semanas de evaluación se podría manifestar que un ligero incremento del consumo se presentó con el tratamiento T2 que corresponde a la dieta básica +

premezcla de vitaminas y minerales comerciales menos el 5% (521.16 Kg.), mientras que el menor consumo correspondió al testigo (514.05 Kg.) (Cuadro 5, gráfico 3)

**CUADRO 5.- Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento de pollos broilers/unidad experimental**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	13.20	39.77	96.91	176.94
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	13.36	39.39	97.88	178.46
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	13.36	40.18	97.79	178.37
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	13.38	40.32	97.85	178.55

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	269.31	376.31	514.05
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	271.60	379.63	521.16
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	271.00	378.61	519.16
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	271.48	378.95	517.83



**GRÁFICO 3.- Curvas del incremento del consumo de alimento de pollos broilers por tratamientos**

Estos resultados son semejantes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, se podría decir que el tratamiento T2 que mostró un mayor consumo se incluye dentro de los niveles establecidos por Labier y Leclerc (1993) y los de Roche (2001), y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

### **3) CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Al establecer los análisis de variancia para la conversión alimenticia de los pollos broilers bajo la aplicación de premezcla de vitaminas y minerales comerciales, no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales, al desglosar los grados de libertad para tratamientos no se detectó significación estadística en las comparaciones y polinomios ortogonales establecidos a excepción de la comparación T1 vs. T2, T3, T4 en la tercera semana que presentó diferencias al nivel del 5% (cuadro 6).

Las conversiones alimenticias fueron incrementándose de 1.01 en la primera semana hasta alcanzar 1.89 en la séptima y última semana, con coeficiente de variación entre 1.51 a 2.77%, coeficientes adecuados para la evaluación de este tipo de variables.

**CUADRO 6.- Análisis de variancia para la conversión alimenticia de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0005 ns	0.0008 ns	0.0007 ns	0.0018 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.0005 ns	0.0008 ns	0.0019 *	0.0005 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0000 ns	0.0011 ns	0.0001 ns	0.0050 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0009 ns	0.0005 ns	0.0000 ns	0.0001 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0008	0.0004	0.0004	0.0017
<b>X (índice)</b>		1.01	1.15	1.38	1.56
<b>CV (%)</b>		2.77	1.65	1.51	2.65

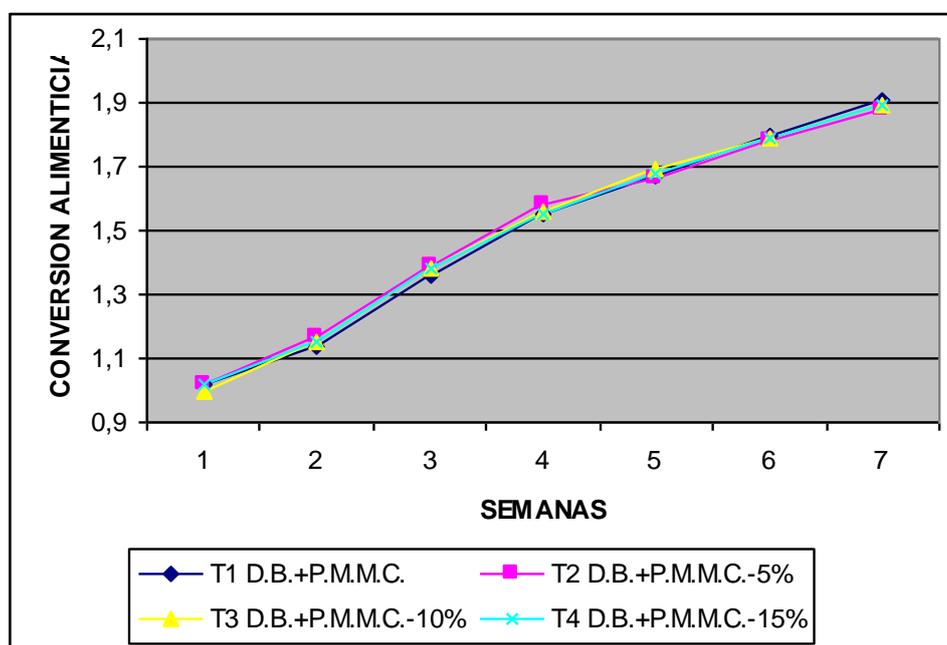
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0009 ns	0.0004 ns	0.0011 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.0003 ns	0.0006 ns	0.0027 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0008 ns	0.0004 ns	0.0007 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0016 ns	0.0003 ns	0.0000 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0009	0.0007	0.0012
<b>X (índice)</b>		1.67	1.79	1.89
<b>CV (%)</b>		1.81	1.49	1.83

El tratamiento T2 (dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos el 5%) presentó la mejor conversión alimenticia respecto al resto de los tratamientos, de 1.66, 1.78 y 1.88, especialmente en las tres últimas evaluaciones respectivamente (cuadro 7 y gráfico 4)

**CUADRO 7.- Efecto de los tratamientos sobre conversión alimenticia de pollos broilers**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	1.02	1.14	1.36	1.55
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	1.02	1.17	1.39	1.58
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	1.00	1.15	1.38	1.56
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	1.02	1.15	1.38	1.55

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	1.67	1.80	1.91
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	1.66	1.78	1.88
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	1.69	1.79	1.89
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	1.68	1.79	1.89



**GRÁFICO 4.- Curvas de la conversión alimenticia de pollos broilers por tratamientos**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, se podría decir que el tratamiento T2 que presento la mejor conversión alimenticia (1.88), los niveles establecidos se incluye dentro de los indicados por Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

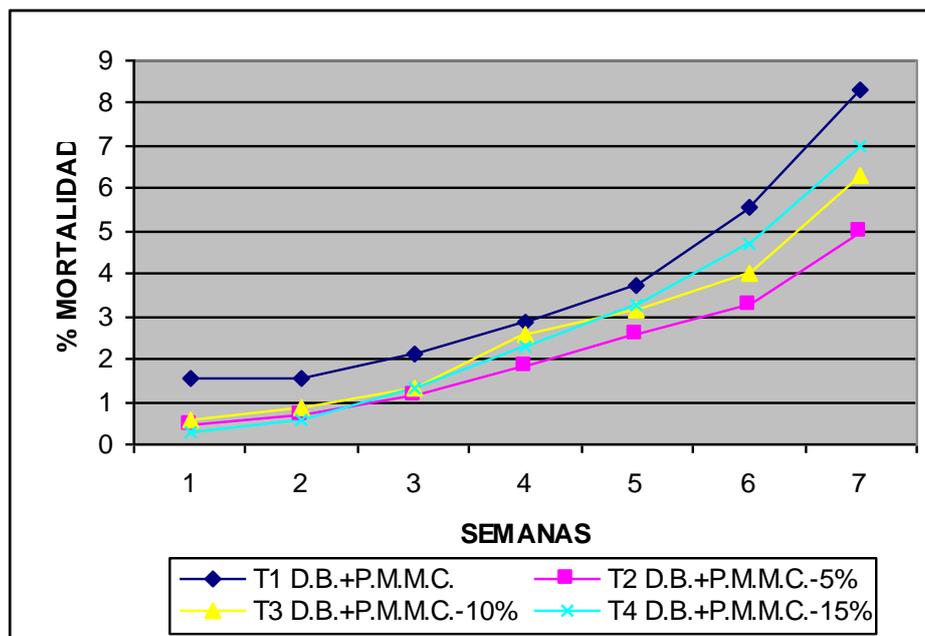
#### 4) MORTALIDAD

El menor porcentaje de mortalidad de los pollos broilers correspondió al tratamiento T2 (dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos el 5%), especialmente a partir de la tercera evaluación, llegando a la ultima evaluación a un promedio de 5% mientras que el resto sobrepaso el 6.20% e incluso el testigo logró superar el 8.29% (cuadro 8 y gráfico 5)

**CUADRO 8.- Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de pollos broilers**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
T1 D.B.+P.M.M.C.	1.57	1.57	2.14	2.86
T2 D.B.+P.M.M.C.-5%	0.43	0.71	1.14	1.86
T3 D.B.+P.M.M.C.-10%	0.57	0.86	1.29	2.57
T4 D.B.+P.M.M.C.-15%	0.28	0.57.	1.29	2.29

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
T1 D.B.+P.M.M.C.	3.71	5.57	8.29
T2 D.B.+P.M.M.C.-5%	2.57	3.29	5.00
T3 D.B.+P.M.M.C.-10%	3.14	4.00	6.29
T4 D.B.+P.M.M.C.-15%	3.29	4.71	7.00



**GRÁFICO 5.-** Curvas del porcentaje de mortalidad de pollos broilers por tratamientos

### 5) PESO POR ANIMAL

Al establecer el análisis de variancia para el peso individual promedio de los pollos broilers, no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos y al desglosar sus grados de libertad únicamente se encontró diferencias estadísticas a nivel del 5% en la comparación T1 vs. T2, T3, T4 en la tercera semana, y en la premezcla lineal al mismo nivel en la segunda semana (cuadro 9, gráfico 6).

En promedio por animal se fue incrementando de 0.12 kg en la primera semana hasta alcanzar los 2.73 kg/animal, con coeficientes bajos por un buen manejo, de variación entre 1.17 a 2.73%.

**CUADRO 9.- Análisis de variancia para el peso de pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.00001 ms	0.00006 ns	0.00014 ns	0.00125 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.00001 ns	0.00003 ns	0.00036 *	0.00007 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.00000 ns	0.00011 *	0.00006 ns	0.00033 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.00002 ns	0.00003 ns	0.00000 ns	0.00033 ns
<b>ERROR</b>	24	0.00001	0.00003	0.00008	0.00088
<b>X (Kg.)</b>		0.12	0.33	0.67	1.09
<b>CV (%)</b>		2.38	1.52	1.31	2.71

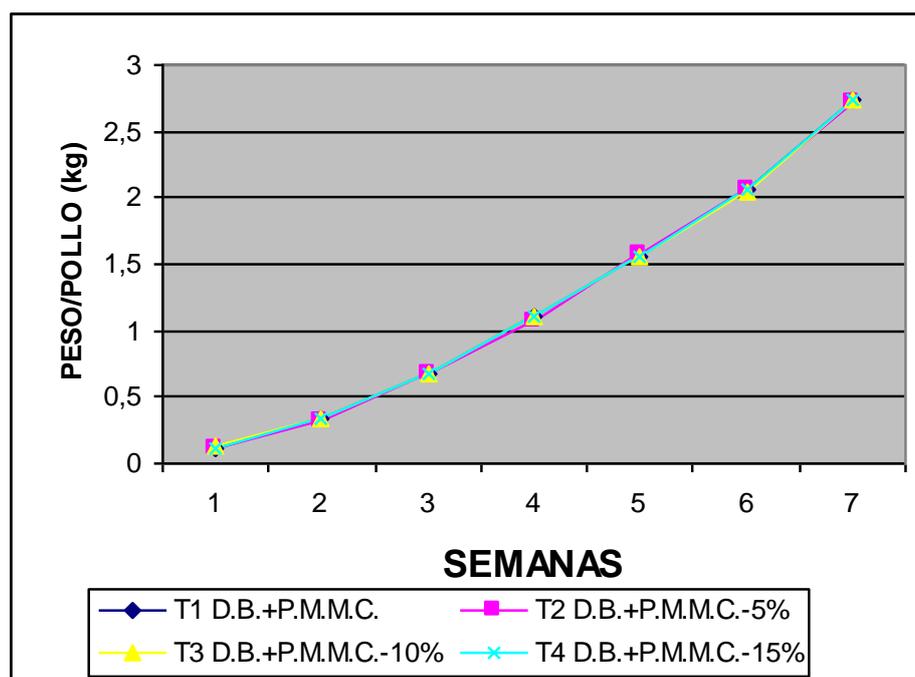
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		CUARTA	QUINTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.00048 ns	0.00052 ns	0.00033 ns
<b>T1 vs T2,T3.T4</b>	1	0.00017 ns	0.00012 ns	0.00000 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.00004 ns	0.00062 ns	0.00099 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.00125 ns	0.00083 ns	0.00000 ns
<b>ERROR</b>	24	0.00054	0.00059	0.00129
<b>X(Kg.)</b>		1.56	2.06	2.73
<b>CV (%)</b>		1.49	1.17	1.32

Prácticamente todos los tratamientos presentaron un promedio similar del peso por animal, las diferencias son insignificantes, y es así que en la última evaluación apenas es de 2 centésimas de kilogramo (cuadro 10 y gráfico 6).

**CUADRO 10.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de pollos broilers.**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	0.12	0.33	0.68	1.10
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	0.12	0.32	0.67	1.07
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	0.13	0.33	0.67	1.10
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	0.12	0.33	0.67	1.10

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	1.56	2.06	2.73
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	1.57	2.06	2.72
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-10%</b>	1.55	2.05	2.73
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-15%</b>	1.56	2.07	2.74



**GRÁFICO 6.- Curvas del peso promedio por pollo (kg) por tratamientos de pollos broilers**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

## 6) ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al* (1976) se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde al peso de los animales por tratamiento multiplicado por el valor de kilo en el mercado, por otro lado se obtienen los costos variables por cada tratamiento. De la diferencia de los beneficios brutos con los costos variables se obtuvo el beneficio neto (Cuadro 11)

**CUADRO 11.- Beneficio bruto costo variable, beneficio neto de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>B. BRUTO</b>	<b>COSTOS V.</b>	<b>B. NETO</b>
<b>T1 DB + P VyM</b>	2413,70	1511,32	902,37
<b>T2 DB + P VyM - 5%</b>	2485,12	1505,11	980,01
<b>T3 DB + P VyM - 10%</b>	2461,95	1503,94	958,01
<b>T4 DB + P VyM - 15%</b>	2451,46	1502,82	948,64

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañados de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta mayor costo variable, de este análisis se determinó que los tratamientos no dominados fueron T2 (5%), T3 (10%) y T4 (15%), es decir todos los tratamientos en donde se disminuyó la premezcla de vitaminas y minerales comerciales (Cuadro 12).

**CUADRO 12.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>TD</b>
<b>T2 DB + P VyM - 5%</b>	980,01	1505,11	
<b>T3 DB + P VyM - 10%</b>	958,01	1503,94	
<b>T4 DB + P VyM - 15%</b>	948,64	1502,82	
<b>T1 DB + P VyM</b>	902,37	1511,32	*

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal determinándose que la mejor opción económica constituye el tratamiento T2, que corresponde a la disminución en el 5% de la premezcla de vitaminas y minerales, pues con este tratamiento se obtuvo la mayor tasa interna de retorno marginal. (Cuadro 13)

**CUADRO 13.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>B. NETO</b>	<b>COSTO V.</b>	<b>Δ B. NETO</b>	<b>Δ COSTO V.</b>	<b>TIRM</b>
<b>T2 DB + P VyM - 5%</b>	980,01	1505,11	22,00	1,17	18,763
<b>T3 DB + P VyM - 10%</b>	958,01	1503,94	9,37	1,13	8,316
<b>T4 DB + P VyM - 15%</b>	948,64	1502,82			

## **B. SEGUNDA FASE**

Dado que en la primera fase la mejor alternativa económica se obtuvo con el tratamiento T2 que corresponde a la disminución del 5% de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales se procedió en esta segunda fase a establecer un mejor ajuste y por lo tanto se trabajó con los niveles de disminución de 2.5, 5.0 y 7.5%

### **1) PESO POLLOS/ UNIDAD EXPERIMENTAL**

Al establecer el análisis de variancia para el peso de los pollos/unidad experimental en esta segunda fase, no se detectó diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales establecidas, además no se encontró significación estadística en la comparación T1 vs. T2, T3, T4 y en los efectos lineales y cuadráticos de la premezcla, exceptuando la comparación T1 vs. T2, T3, T4 en la sexta evaluación que presentó diferencias estadísticas a nivel del 5% (cuadro 14).

Los pesos por unidad experimental se fueron incrementando de 13.14 a 2.75 kg, con coeficientes de variación entre 1.19 a 3.17%, coeficientes adecuados para este tipo de investigación

**CUADRO 14.- Análisis de variancia para el peso de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.1157 ns	0.0652 ns	0.3575 ns	2.5061 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.3471 ns	0.1071 ns	0.9858 ns	2.5725 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0000 ns	0.0864 ns	0.0179 ns	4.6864 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0000 ns	0.0021 ns	0.0688 ns	0.2593 ns
<b>ERROR</b>	24	0.1732	0.3331	0.6329	1.84/1
<b>X (Kg.)</b>		13.14	34.75	70.73	113.48
<b>CV (%)</b>		3.17	1.66	1.12	1.49

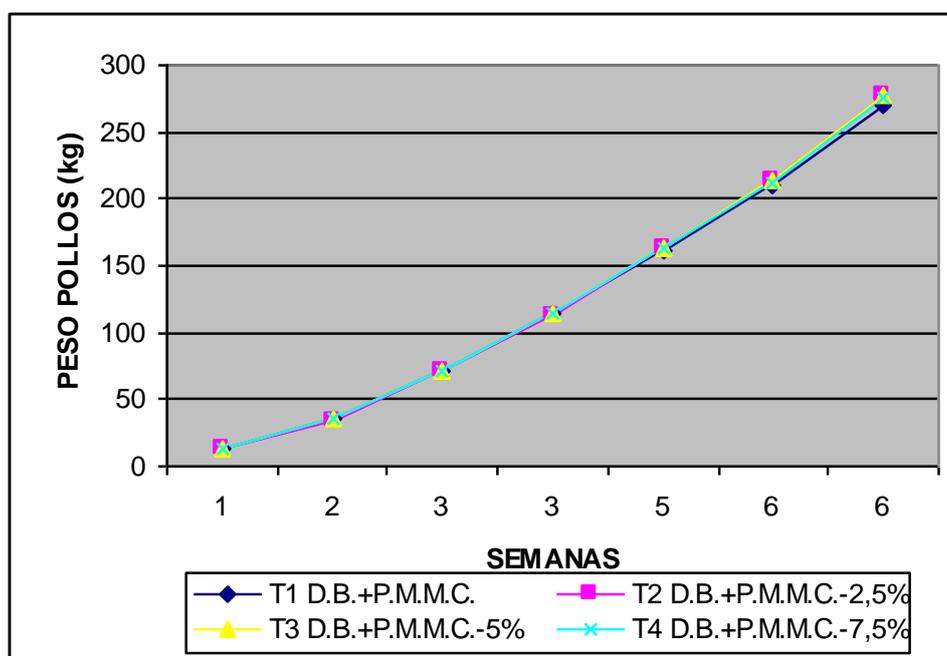
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	3.0733 ns	27.8829 ns	115.16 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	8.0476 ns	78.4933 *	328.443 *
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	1.0864 ns	5.040 ns	16.721 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0860 ns	0.1152 ns	0.326 ns
<b>ERROR</b>	24	11.3267	13.1054	57.5988
<b>X (Kg.)</b>		162.40	212.23	25.32
<b>CV (%)</b>		2.07	1.71	2.75

El pesos de los pollos broilers/unidad experimental fueron similares por lo cual, no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio hasta la quinta semana de evaluación, después de la cual se diferenciaron estadísticamente el testigo de la disminución en 2.5% de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales que alcanzó un mayor peso, pero sin diferenciarse del resto de tratamientos con disminución. (Cuadro 15 y gráfico 7).

**CUADRO 15.- Efecto de los tratamientos sobre el peso de los pollos broilers/unidad experimental**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	12.94	34.86	71.06	114.00
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	13.23	34.64	70.63	112.64
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	13.20	34.70	70.54	113.46
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	13.20	34.80	70.70	113.80

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	161.47	209.32 b	269.39 b
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	162.94	213.74 a	278.30 a
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	162.34	213.30 ab	277.47 ab
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	162.80	212.54 ab	276.11 ab



**GRÁFICO 7.- Curvas del incremento de peso/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, se podría decir que el tratamiento reducido en 2.5% que presentó un mejor peso/unidad experimental pero sin diferencia estadística se incluye dentro de los niveles establecidos por Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3).

## **2) CONSUMO DE ALIMENTO**

En los análisis de variancia para el consumo de alimento bajo la acción de la disminución de la pmezcla y minerales comerciales, no se detectó diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales establecidas, en la comparación ortogonal T1 vs. T2, T3, T4, así como los efectos lineal y cuadrático de la pmezcla y vitaminas comerciales no presentaron diferencias estadísticas, a excepción de la comparación ortogonal T1 vs. T2, T3, T4 en la primera evaluación (cuadro 16).

Los promedios del consumo de alimento de los pollos broilers/unidad experimental se fueron incrementando de 13.14 kg/unidad experimental en la primera semana, hasta consumir 519.19 kg/unidad experimental a la séptima semana, con coeficientes de variación entre 1.18 a 5.21%, coeficientes adecuados para la evaluación de este tipo de variables.

**CUADRO 16.- Análisis de variancia para el consumo de alimento de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0737 ns	0.1577 ns	1.5075 ns	3.3901 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.2201 *	0.2130 ns	4.4759 ns	9.5951 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0000 ns	0.1829 ns	0.0350 ns	0.5600 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0010 ns	0.0771 ns	0.0117 ns	0.0152 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0301	0.8141	1.8560	4.4385
<b>X (Kg.)</b>		13.14	34.5	70.73	113.48
<b>CV (%)</b>		1.29	2.28	1.39	1.18

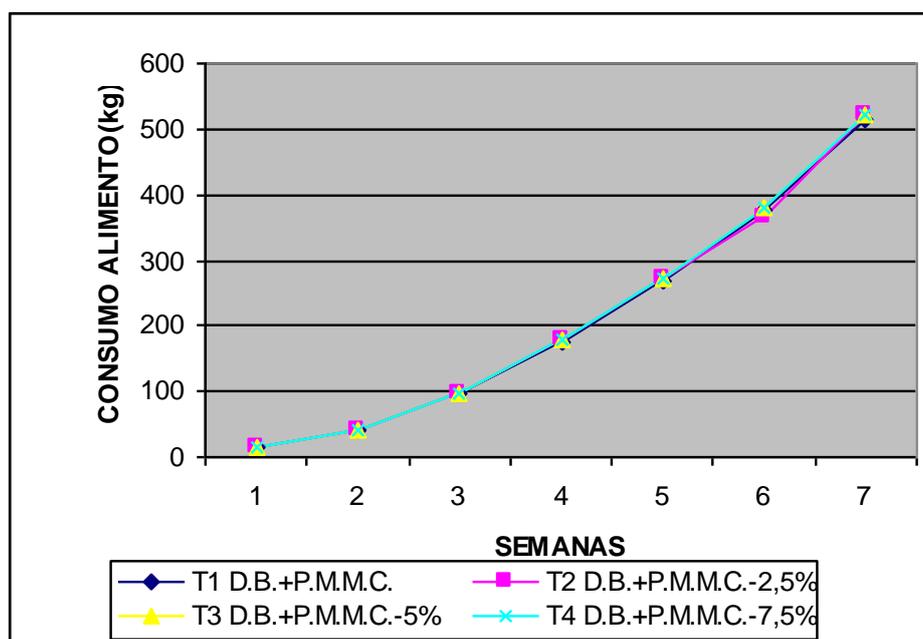
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	7.7394 ns	289.3974 ns	85.2802 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	22.9325 ns	16.6608 ns	246.1377 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.2857 ns	612.4829 ns	9.2829 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0000 ns	239.0486 ns	0.4200 ns
<b>ERROR</b>	24	13.7373	391.7359	83.5066
<b>X (Kg.)</b>		270.88	374.97	519.19
<b>CV (%)</b>		1.37	5.21	1.76

Si bien no se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio en cada una de las semanas de evaluación, se podría manifestar que un ligero incremento del consumo se presentó con la disminución de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales en 2.5, 5 y 7.5%. Además es importante manifestar que el mayor consumo acumulado se presentó en la séptima semana con los tratamientos que presentaron una disminución de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales, pero sin diferenciarse estadísticamente (cuadro 17, gráfico 8).

**CUADRO 17.- Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento alimento/unidad experimental de pollos broilers**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
T1 D.B.+P.M.M.C.	13.2 b	39.77	96.91	176.94
T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%	13.4 a	39.50	97.80	178.47
T3 D.B.+P.M.M.C.-5%	13.4 a	39.49	97.80	178.33
T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%	13.4 a	39.73	97.90	178.07

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
T1 D.B.+P.M.M.C.	269.31	376.31	514.05
T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%	271.54	365.53	521.61
T3 D.B.+P.M.M.C.-5%	271.40	379.30	521.10
T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%	271.26	378.76	519.99



**GRÁFICO 8.- Curvas del incremento del consumo de alimento/unidad experimental de los pollos broilers por tratamientos**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, y supera por gran cantidad a los datos entregados por por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

### **3) CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Al establecer los análisis de variancia para la conversión alimenticia de los pollos broilers bajo la disminución de premezcla de vitaminas y minerales comerciales, no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en cada una de las evaluaciones semanales, al desglosar los grados de libertad para tratamientos no se detectó significación estadística en las comparaciones y polinomios ortogonales establecidos, a excepción de la comparación T1 vs T2,T3,T4 que en la tercera y séptima evaluación manifestó diferencia estadística a nivel del 5% (cuadro 18).

Las conversiones alimenticias fueron incrementándose de 1.02 en la primera semana hasta alcanzar 1.89 en la séptima y última semana, con coeficiente de variación entre 1.39 a 5.05% coeficientes bajos para este tipo de evaluaciones.

**CUADRO 18.- Análisis de variancia para la conversión alimenticia de los pollos broilers bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0012 ns	0.0000 ns	0.0008 ns	0.0013 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.0000 ns	0.0001 ns	0.0022 *	0.0025 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0014 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0035 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0012	0.0007	0.0004	0.0006
<b>X (índice)</b>		1.02	1.14	1.38	1.57
<b>CV (%)</b>		3.32	2.28	1.40	1-61

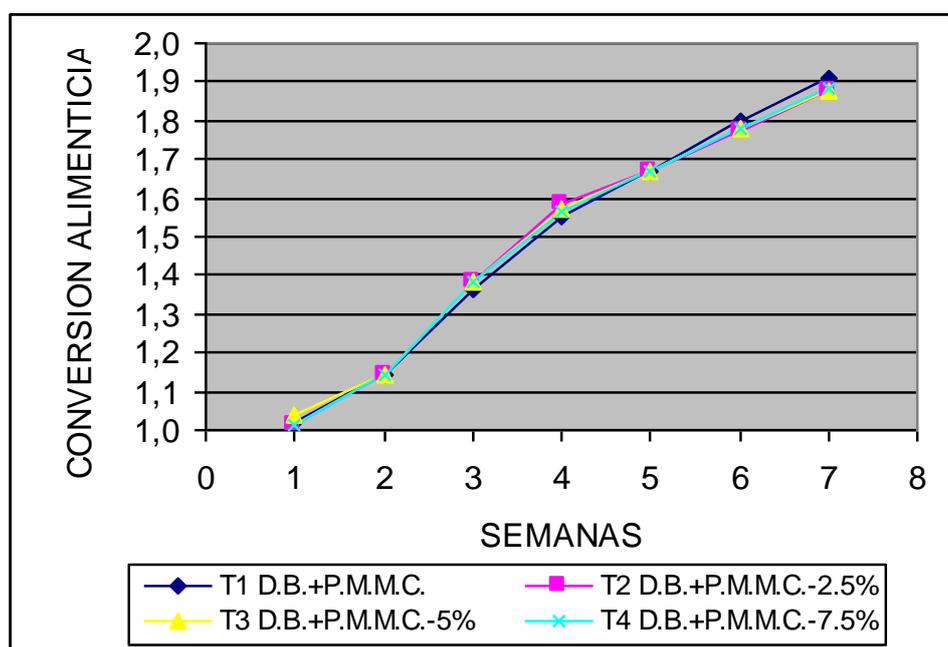
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0000 ns	0.0106 ns	0.0018 ns
<b>T1 vs T2,T3.T4</b>	1	0.0000 ns	0.0087 ns	0.0051 *
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0001 ns	0.0183 ns	0.0003 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0000 ns	0.0049 ns	0.0000 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0006	0.0080	0.0007
<b>X (índice)</b>		1.67	1.77	1.89
<b>CV (%)</b>		1.51	5.05	1.39

El tratamiento T2 (dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos el 2.5%) presentó la mas adecuada conversión alimenticia que el resto de tratamientos, especialmente en las dos ultimas evaluaciones (cuadro 19 y gráfico 9)

**CUADRO 19.- Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia de los pollos broilers**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
T1 D.B.+P.M.M.C.	1.022	1.141	1.363 b	1.552
T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%	1.014	1.146	1.385 a	1.585
T3 D.B.+P.M.M.C.-5%	1.041	1.144	1.384 ab	1.572
T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%	1.014	1.145	1384 ab	1.565

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
T1 D.B.+P.M.M.C.	1.668	1.798	1.910 a
T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%	1.667	1.710	1.875 b
T3 D.B.+P.M.M.C.-5%	1.667	1.778	1.878 b
T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%	1.671	1.782	1.884 b



**GRÁFICO 9.- Curvas de la conversión alimenticia de los pollos broilers por tratamientos**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, se podría decir que el tratamiento T2 que presento la mejor conversión alimenticia se incluye dentro de los niveles establecidos por Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

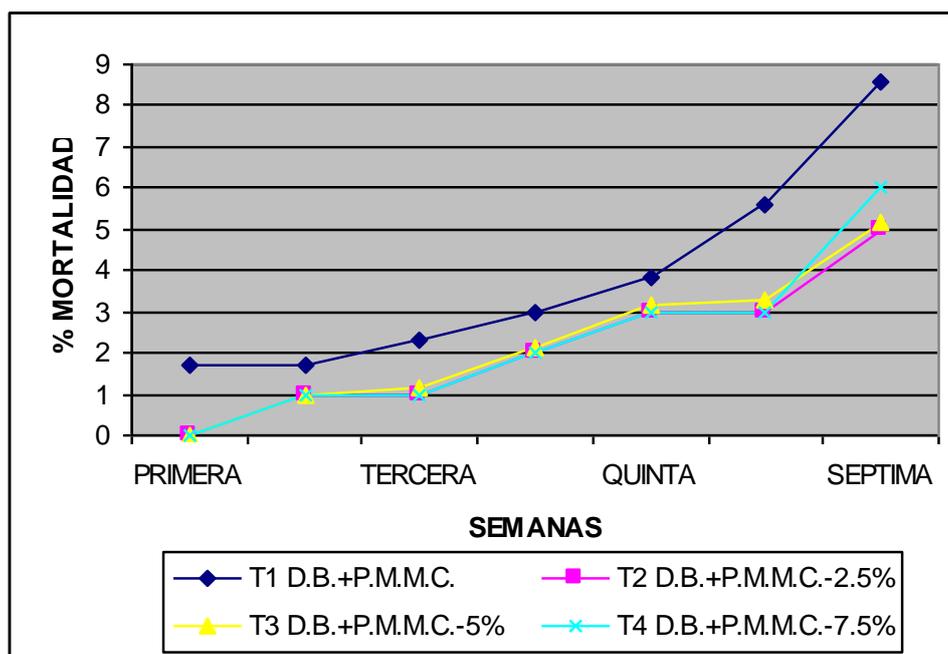
#### 4) MORTALIDAD

El menor porcentaje de mortalidad correspondió al tratamiento T2 (dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos el 2.5%), especialmente a partir de la tercera evaluación, llegando a la ultima evaluación a un promedio de 5 mientras que el resto sobrepaso el 5.14 % e incluso el testigo logró superar el 8.57% (cuadro 20 y gráfico 10)

**CUADRO 20.- Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de mortalidad de los pollos broilers**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	1.71	1.71	2.29	3.00
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	0.00	1.00	1.00	2.00
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	0.00	1.00	1.14	2.14
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	0.00	1.00	1.00	2.00

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	3.86	5.57	8.57
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	3.00	3.00	5.00
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	3.14	3.29	5.14
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	3.00	3.00	6.00



**GRÁFICO 10.-** Curvas del porcentaje e mortalidad de los pollos broilers por tratamientos

La mayor mortalidad que indica el grafico 9 tuvo el testigo y la menor el tratamiento con disminución del 2.5%.

### 5) PESO POR ANIMAL

Al establecer el análisis de variancia para el peso individual promedio de los pollos broilers, no se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en al primera segunda y cuarta evaluación, en el resto de evaluaciones se detectó diferencias estadísticas al nivel del 1% y al desglosar sus grados de libertad se encontró diferencias estadísticas a nivel del 1% en la comparación T1 vs T2, T3, T4 en la tercera semana y al 5% en la cuarta y sexta evaluación. A partir de la quinta semana se manifestó significación estadística en los efectos lineal y cuadrático de la disminución de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales (cuadro 21, gráfico 6).

En promedio por animal se fue incrementando de 0.123 Kg. en la primera semana hasta alcanzar los 2.696 Kg. /animal en la séptima y última semana, con coeficientes de variación entre 0.91 a 2.38%, coeficientes bajos considerados adecuados por el tipo de manejo técnico llevado

**CUADRO 21.- Análisis de variancia para el peso por pollo bajo la acción de premezclas de vitaminas y minerales comerciales. Siete evaluaciones semanales Yaruqui, Quito, Pichincha 2009.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>TOTAL</b>	27				
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0003 **	0.0009 ns
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.0000 ns	0.0001 ns	0.0009 **	0.0021 *
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0003 ns
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0001 ns	0.0003 ns
<b>ERROR</b>	24	0.0000	0.0000	0.0000	0.000a
<b>X (Kg.)</b>		0.123	0.328	0.669	1.082
<b>CV (%)</b>		2.38	1.54	0.91	1.89

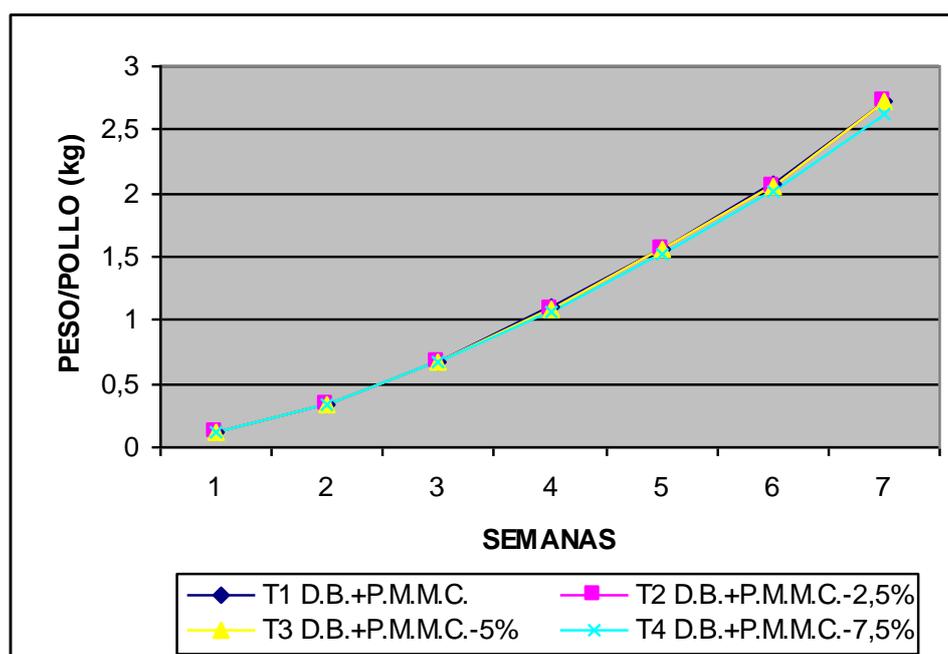
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	EVALUACIONES SEMANALES		
		QUINTA	SEXTA	SÉPTIMA
<b>TOTAL</b>	27			
<b>TRATAMIENTOS</b>	(3)	0.0022 **	0.0049 **	0.0171 **
<b>T1 vs. T2,T3.T4</b>	1	0.0011 ns	0.0034 *	0.0005 ns
<b>PREMEZCLA LINEAL</b>	1	0.0034 *	0.0075 **	0.0332 **
<b>PREMEZCLA CUADRAT.</b>	1	0.0022 *	0.0038 *	0.0130 *
<b>ERROR</b>	24	0.0005	0.0007	0.0020
<b>X (Kg.)</b>		1.555	2.045	2.696
<b>CV (%)</b>		1.37	1.32	1.64

Prácticamente a partir de la evaluación en la tercera semana el tratamiento T4 (Dieta básica + Premezcla de vitaminas y minerales comercial menos el 7.5%), manifestó los menores promedios del peso por animal. (Cuadro 22 y gráfico 11).

**CUADRO 22.- Efecto de los tratamientos sobre el peso por pollo broiler**

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES			
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	0.123	0.331	0.679 a	1.097
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	0.124	0.327	0.666 b	1.078
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	0.124	0.327	0.668 b	1.082
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	0.123	0.326	0.663 b	1.070

TRATAMIENTOS	EVALUACIONES SEMANALES		
	QUINTA	SEXTA	SEPTIMA
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	1.566 a	2.065 a	2.719 a
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	1.560 a	2.052 a	2.719 a
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	1.566 a	2.058 a	2.723 a
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	1.529 b	2.006 b	2.621 b



**GRÁFICO 11.- Curvas del peso promedio por pollo (Kg.) por tratamientos a lo largo de siete semanas**

Estos resultados son equivalentes a las recomendaciones indicadas por el INRA (1989), Labier y Leclerc (1993) y Roche (2001), establecidos con similares niveles de suplementación, y supera por gran cantidad a los datos entregados por el NRC (1994) y Leeson y Summers (1997). (Tabla 3)

## 6) ANÁLISIS ECONÓMICO

Se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde al peso de los animales por tratamiento multiplicado por el valor de kilo en el mercado, por otro lado se obtienen los costos variables por cada tratamiento. De la diferencia de los beneficios brutos con los costos variables se obtuvo el beneficio neto (Cuadro 23)

**CUADRO 23.- Beneficio bruto costo variable, beneficio neto de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>B. BRUTO</b>	<b>COSTOS V.</b>	<b>B. NETO</b>
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	2413,73	1511,32	902,41
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	2493,57	1510,76	982,81
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	2486,13	1510,20	975,94
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	2473,95	1509,63	964,31

Colocando los beneficio netos en orden decreciente acompañados de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta mayor costo variable, de este análisis se determino que los tratamiento no dominado fueron T2 (2.5%), T3 (5%) y T4 (7.5%), es decir todos los tratamientos en donde se disminuyo la premezcla de vitaminas y minerales comerciales (Cuadro 24).

**CUADRO 24.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>B. NETO</b>	<b>COSTOS V.</b>	<b>TD</b>
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	982,81	1510,75937	
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	975,94	1510,19604	
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	964,31	1509,6327	
<b>T1 D.B.+P.M.M.C.</b>	902,41	1511,32271	*

Con los tratamientos no dominados se procedió a realizar el análisis marginal determinándose que la mejor opción económica constituye el tratamiento T3, que corresponde a la disminución en el 5% de la premezcla de vitaminas y minerales, pues con este tratamiento se obtuvo la mayor tasa interna de retorno marginal. (Cuadro 25)

**CUADRO 25.- Análisis marginal de los tratamientos no dominados**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>B. NETO</b>	<b>COSTOS V.</b>	<b>Δ B. NETO</b>	<b>Δ COSTOS V.</b>	<b>TIRM</b>
<b>T2 D.B.+P.M.M.C.-2.5%</b>	982,81	1510,75937	6,87	0,563	12,20
<b>T3 D.B.+P.M.M.C.-5%</b>	975,94	1510,19604	11,62	0,563	20,63
<b>T4 D.B.+P.M.M.C.-7.5%</b>	964,31	1509,6327			

De los análisis económicos de la primera y segunda fase se determinó que la mejor opción económica corresponde a la disminución del 5% de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales, pues alcanzó las mejores tasas internas de retorno marginal

## V. CONCLUSIONES

### 1) PRIMERA FASE

- La disminución de la pmezcla y minerales comerciales en 5%, 10% y 15% no afectaron al peso total de los pollos broilers por unidad experimental en la séptima semana con valores de 277.39 Kg., 274.77 Kg., 273.60 Kg. respectivamente, aunque se presento un incremento numérico en la disminución del 5%, estadísticamente estos valores fueron similares al testigo que presenta el 100% de la pmezcla con un peso de 269.39 Kg.
- Las disminuciones de pmezcla presentaron a la séptima semana un mayor consumo de balanceado en 5% de 521.16 Kg., 10% de 519.16 Kg. y 15 % de 517.83 Kg., pero sin diferenciarse estadísticamente del testigo que presentó un consumo de 5.1405 Kg.
- Bajo las disminuciones de pmezcla, se presentaron a la séptima semana valores de conversión alimenticia de 1.89 para 15%, 1.89 para 10% y 1.88 para el 5%, este ultimo presentó la mejor conversión en especial en las tres ultimas evaluaciones, sin embargo, no existe una diferencia estadística con el índice de 1.91 del testigo.
- Si bien la alimentación no influyó en la mortalidad, a la séptima semana en el testigo se presentó un mayor porcentaje de mortalidad (de 8.29%) en relación a los tratamientos reducidos en 15% (7%), en 10% (6.29%) y en 5% (5%), presentándose como la menor mortalidad este último tratamiento.

- Aunque entre los pesos obtenidos por animal no exista diferencia estadística con el testigo (2.73 Kg.), la disminución del 15% de premezcla con un peso de 2.74 Kg. fue el mejor en este parámetro.
- La mejor alternativa económica en la primera fase correspondió al tratamiento T2 (5% de disminución de la premezcla de vitaminas y minerales comerciales), pues con este tratamiento se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal.

## 2) SEGUNDA FASE

- El Mayor valor obtenido para el peso de las aves por unidad experimental en la segunda fase fue de 278.3 Kg. para el tratamiento de menos 2.5%, aunque estadísticamente no se diferencia del testigo de 269.39 Kg., menos 5% con 277.47 Kg., y menos 7.5% con 276.11 Kg.
- El mayor valor obtenido para el consumo de alimento fue para el tratamiento T2 (menos 2.5%) de 521.61 Kg. sin diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos ni del testigo.
- Para la conversión alimenticia el mejor valor numérico obtenido a la séptima semana fue el de menos 2.5% con un índice de 1.875, aunque estadísticamente el tratamiento T3 (menos 5%), presentó diferenciación en la tercera y séptima semana.
- La mortalidad más baja que se obtuvo a la séptima semana fue en el tratamiento T2 (menos 2.5%) de 5% y el valor mas alto de 8.57% para el testigo, aunque se considera que esta no fue afectada por la alimentación.
- Para el peso por animal en la segunda fase el valor mas bajo se obtuvo en las tres ultimas semanas en el tratamiento T4 (menos 7.5%) con una ganancia de peso de 2.621 Kg. en comparación de los pesos obtenidos de 2.719 kg para el testigo y T2 y de 2.723 Kg. para el T3.

- La mejor alternativa económica correspondió al tratamiento T3 (5% de disminución de premezcla de vitaminas y minerales comerciales).
- De los análisis económicos efectuados tanto para la primera y segunda fase los tratamientos en los que se utilizó una disminución de 5% dieron las mejores tasas internas de retorno marginal.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de balanceados con la disminución del 5% de premezcla de vitaminas y minerales, pues constituye la mejor alternativa económica y da los mejores resultados zootécnicos.
- Efectuar ensayos separados para cada vitamina que profundizaran el funcionamiento de estas, sobre todo en aquellas menos estudiadas.
- Realizar pruebas en ponedoras y reproductoras para mejorar la dosificación de premezclas de vitaminas y minerales en estas etapas productivas y reproductivas respectivamente, así como en otras especies pecuarias para reducir costos de producción.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Cepero, R. Barroeta, A. Calsamiglia, S. López-Bote, C. Hernández J.M. 2002. Óptima Nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad. Barcelona, España. Pulso Ediciones. 208 pp
- Damron, B. Sloan, D. Garcia, L. 1998. Nutrición Para Pequeñas Parvadas de Pollos (en línea). Departamento de Ciencia Animal, del Servicio de Extensión Cooperativo de la Florida, del Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. Florida, US. Consultado 26 Feb. 2008. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/AN095>
- Mateos, G. García, D. Jiménez, E. 2004. Microminerales en alimentación de monogástricos. Aspectos técnicos y consideraciones legales (En Línea). Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Consultado 24 Ago. 2008. Disponible en: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP\\_11.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_11.pdf)
- Escobar, O. 2005. Vitaminas e importancia (en línea). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela, Caracas. Consultado el 30 de Jul. 2008. Disponible en <http://www.ucla.edu.ve/dagronom/departamentos/Panimal/PDF/clasevitaminas.pdf>

- Aristizábal, C. 2007. Las vitaminas y los minerales (en línea). Proyecto Alimentos: Web de Ciencia Tecnología e Ingeniería en Alimentos. Chile, Santiago. Consultado el 24 Ago. 2008. Disponible en: [http://www.proyectoalimentos.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=160&Itemid=38](http://www.proyectoalimentos.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=160&Itemid=38)
- Martínez, L. 1997. Vitaminas (en línea). Monografias.com. Consultado 27 jul. 2008. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos10/vita/vita.shtml>
- Piquer, J. 2000. Avances en nutrición y alimentación animal (en línea). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Consultado 10 Ene. 2010. Disponible en <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPIX.pdf>
- Perrin, R. Anderson, J. Winkelmann, D. Moscardi, E. 1988. From Agronomic Data Farmer Recommendations: An Economic Training Manual (en línea). CIMMYT: Mexico, D.F. Consultado 21 de Jul. 2008. Disponible la página de la Internet <http://www.cimmyt.org>.
- Gélvez, L. Damarys 2009. Vitaminas para animales (en línea). Animales y Producción. Consultado 10 Ene. 2010. Disponible en [http://mundopecuario.com/buscador/vitaminas\\_para\\_animales.html](http://mundopecuario.com/buscador/vitaminas_para_animales.html)
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements Of Poultry. National Academy Press. Washington D.C. p 27.

- DSM Service. DSM vitamina Supplementation Guidelines for domestic animals. Washington, DC: Autor.
- Villacrés A. Utilización de vitaminas y minerales en pollos broilers, entrevista al Gerente y Nutricionista de la Planta de Alimentos Balanceados Equinoccial – Grupo AVITALSA. Actual Presidente del Grupo AVITALSA. Yaruquí, Quito, Ecuador 10 de Noviembre de 2009.

## VIII. ANEXOS

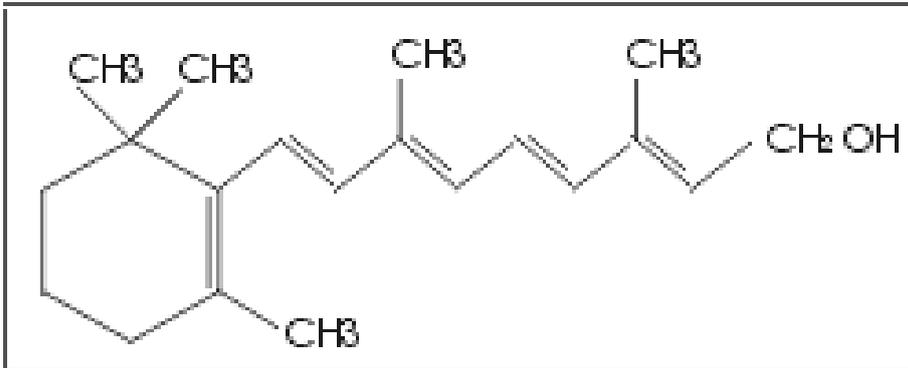
**TABLA 5.- Análisis de costos**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
Pollitos BB	2996	pollitos	0.55	1540
<b>Vacunas</b>				
New Castle + Hepatitis	3	Frascos (1000 pollos)	21	63
New Castle + Bronquitis Mixta	6	Frascos (1000 pollos)	4, 70	28, 2
Gumboro (Burinmune)	3	Frascos (1000 pollos)	4, 25	12, 75
Gumboro Broiler	3	Frascos (1000 pollos)	4, 80	14, 4
New Castle Clon 30	3	Frascos (1000 pollos)	4, 35	13, 05
<b>Medicinas</b>				
Ganadexil	1	Litro	16, 25	16, 25
<b>Otros</b>				
Mano de Obra Total	1	Galponero	220	220
Consumo de Gas	45	Tanques	12	540
Consumo de Alimento	323	Quintales	20	66460
Depreciación o Arriendo del Galpón	1		750	750
Otros Gastos (Agua y Luz)			50	50
<b>TOTAL</b>				<b>9707,65</b>

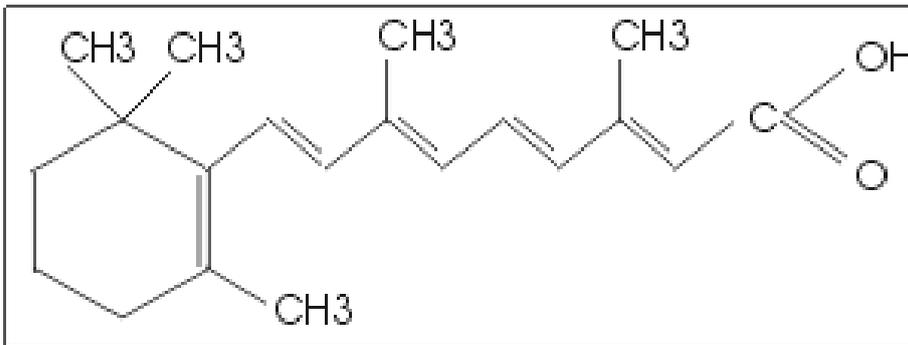
**TABLA 6.- Niveles utilización de la premezcla de vitaminas y minerales**

VITAMINAS	UNIDADES	PORCENTAJES DE UTILIZACIÓN DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES					
		100%	-2.5%	-5%	-7.5%	-10%	-15%
<b>Vitamina A</b>	<b>I.U.</b>	12000,0	11700,0	11400,0	11100,0	10800,0	10200,0
<b>Vitamina D3</b>	<b>I.U.</b>	3000,0	2925,0	2850,0	2775,0	2700,0	2550,0
<b>Vitamina E</b>	<b>I.U.</b>	35,0	34,1	33,3	32,4	31,5	29,8
<b>Vitamina K3</b>	<b>mg.</b>	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,1
<b>Vitamina B1</b>	<b>mg.</b>	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7
<b>Vitamina B2</b>	<b>mg.</b>	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	6,8
<b>Vitamina B6</b>	<b>mg.</b>	5,0	4,9	4,8	4,6	4,5	4,3
<b>Vitamina B12</b>	<b>mg.</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Ácido Nicotínico</b>	<b>mg.</b>	65,0	63,4	61,8	60,1	58,5	55,3
<b>Ácido Pantoténico</b>	<b>mg.</b>	12,0	11,7	11,4	11,1	10,8	10,2
<b>Ácido Fólico</b>	<b>mg.</b>	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
<b>Biotina</b>	<b>mg.</b>	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Colina</b>	<b>mg.</b>	350,0	341,3	332,5	323,8	315,0	297,5
<b>Manganeso</b>	<b>mg.</b>	75,0	73,1	71,3	69,4	67,5	63,8
<b>Hierro</b>	<b>mg.</b>	55,0	53,6	52,3	50,9	49,5	46,8
<b>Zinc</b>	<b>mg.</b>	65,0	63,4	61,8	60,1	58,5	55,3
<b>Cobre</b>	<b>mg.</b>	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	6,8
<b>Yodo</b>	<b>mg.</b>	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
<b>Selenio</b>	<b>mg.</b>	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

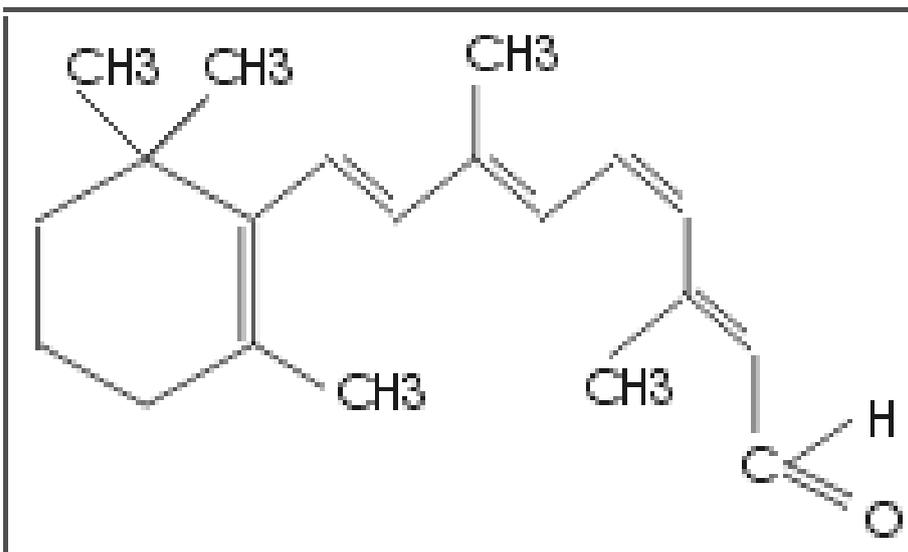
**GRAFICO 12.- estructuras de la vitamina a (retinol)**



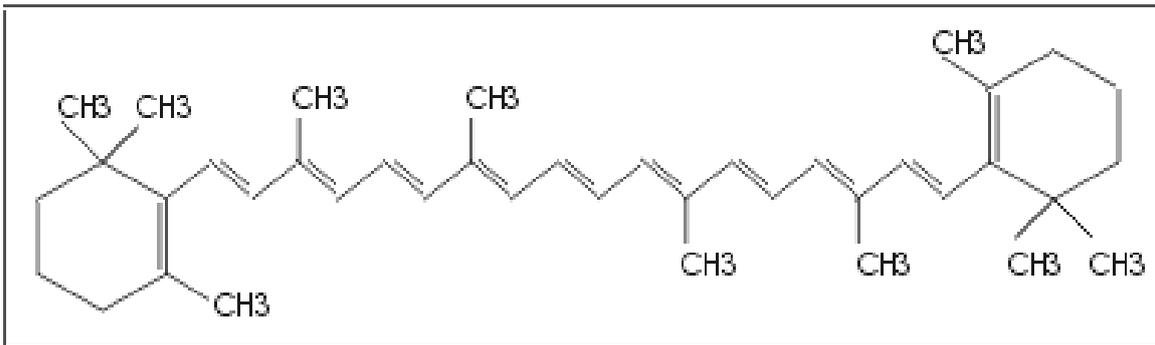
**GRAFICO 13.- estructuras de la vitamina a (acido retinoico)**



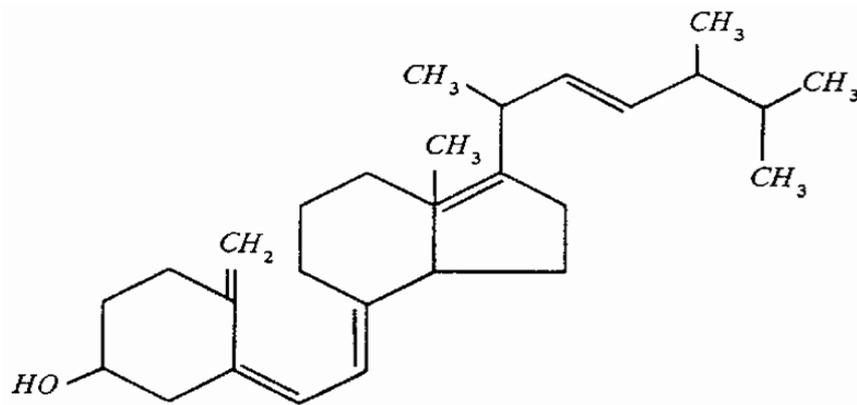
**GRAFICO 14.- Estructuras de la vitamina A (11-cis-retinal)**



**GRAFICO 15.- Estructuras de la vitamina A ( $\beta$  - Caroteno)**

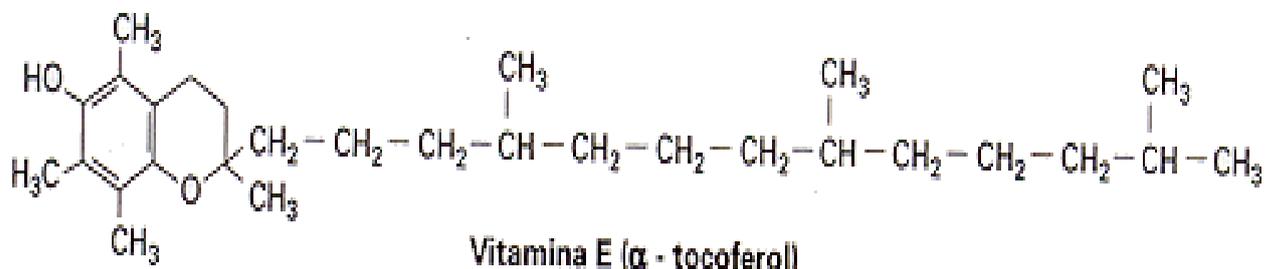


**GRAFICO 16.- Estructuras de la vitamina D**



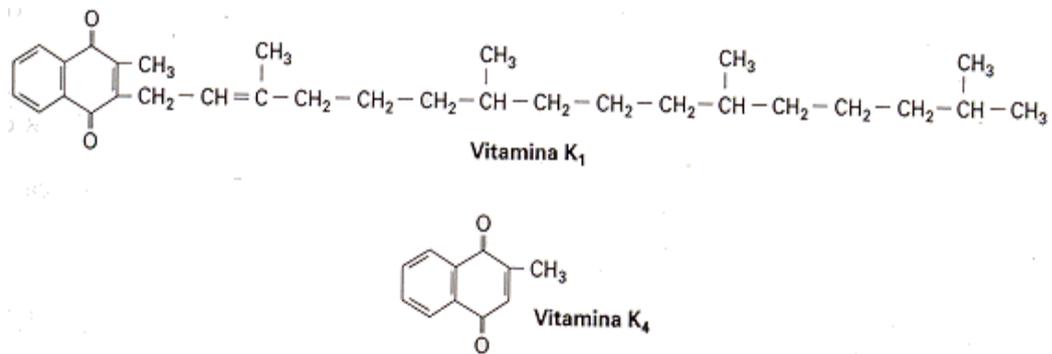
*Vitamina D*  
*(calciferol)*

**GRAFICO 17.- Estructuras de la vitamina E**

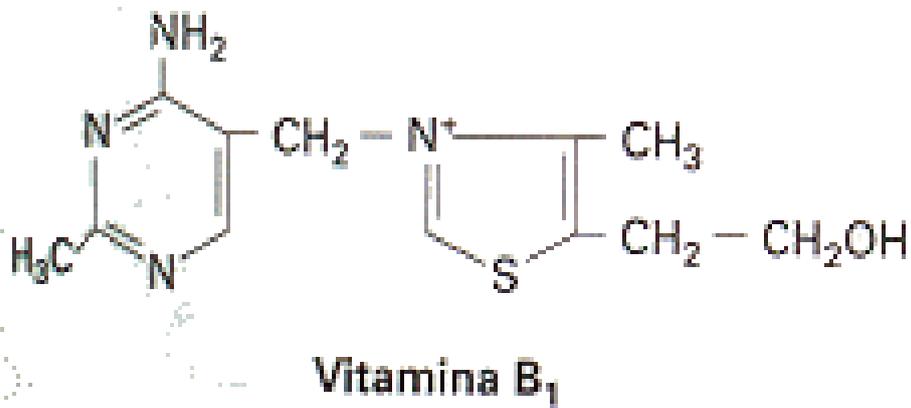


*Vitamina E ( $\alpha$  - tocoferol)*

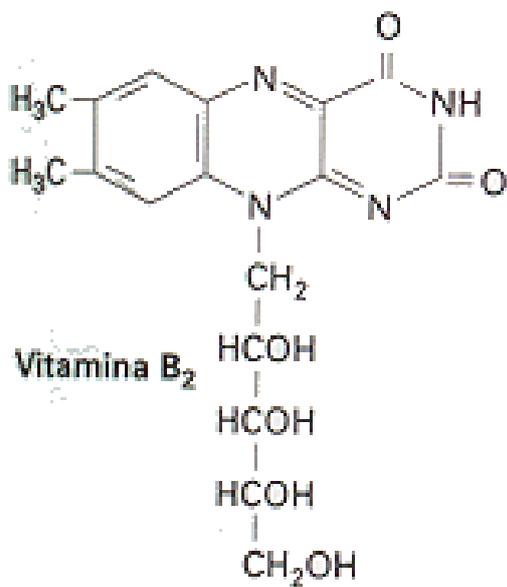
**GRAFICO 18.- Estructuras de la vitamina K**



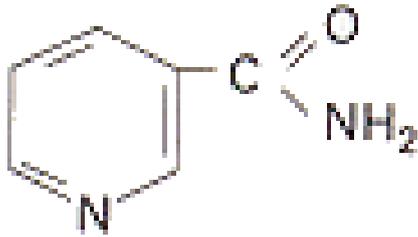
**GRAFICO 19.- Estructuras de la vitamina B1**



**GRAFICO 20.- Estructuras de la vitamina B2**

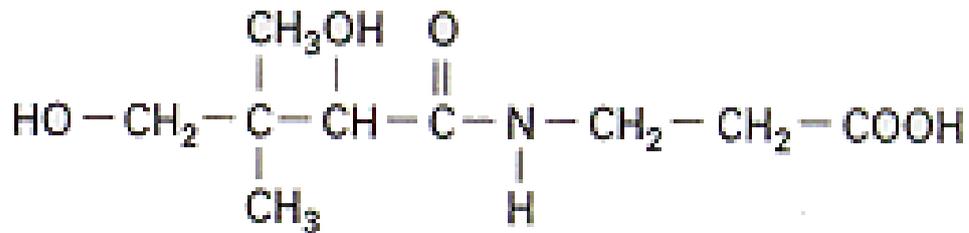


**GRAFICO 21.- Estructuras de la vitamina B3**



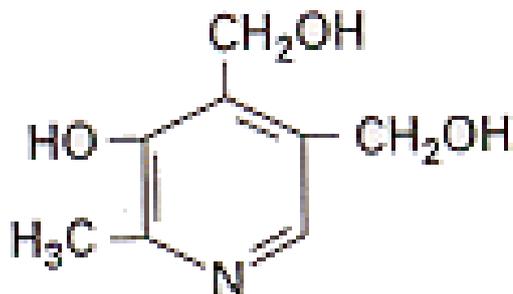
**Nicotinamida**

**GRAFICO 22.- Estructuras de la vitamina B5**



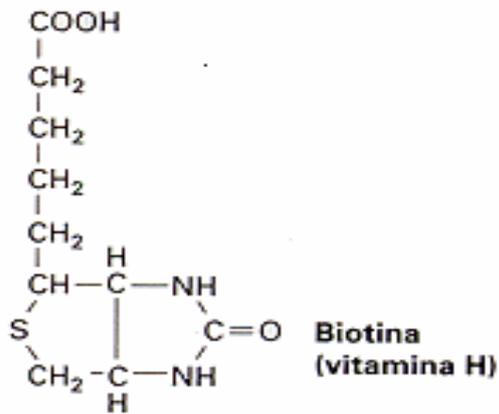
**Ácido pantoténico (vitamina W)**

**GRAFICO 23.- Estructuras de la vitamina B6**

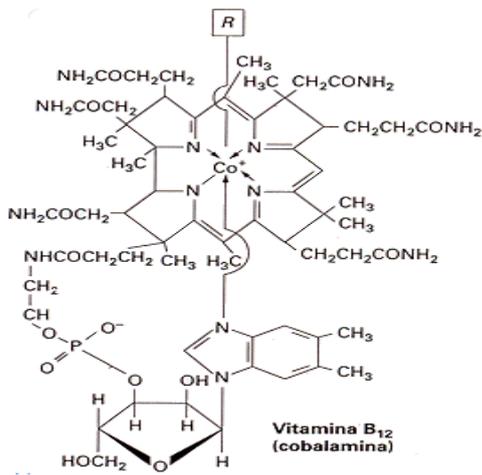


**Vitamina B<sub>6</sub> (piridoxina)**

**GRAFICO 24.- Estructuras de la vitamina B8**



**GRAFICO 25.- Estructuras de la vitamina B12**



**GRAFICO 26.- Estructuras de la vitamina C**

