UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"INCORPORACIÓN DE TRES NIVELES DE HARINA DE BETERRAGA (*Beta vulgaris*) EN LA PIGMENTACIÓN Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS BROILER EN AGUAYTÍA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

FLORENCIA CABRERA SANTOS

PUCALLPA – PERÚ

2018

DEDICATORIA.

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, por haberme apoyado en todo momento por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por el valor mostrado para salir adelante pero más que nada, por su amor.

A mis queridas hijas, por motivarme a seguir y no rendirme hasta lograr mis metas.

A los docentes de la FCA, por su gran a poyo y motivación para la culminación de nuestros estudios, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

AGRADECIMIENTO.

Mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

- A la Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, quienes me brindaron valiosas enseñanzas para lograr mi formación de Ingeniero Agrónomo.

- Al Dr. Víctor Alberto Fernández Delgado, por el valioso asesoramiento y constante apoyo durante toda la etapa de realización del presente trabajo de investigación.

- Así mismo a todas las personas que han contribuido de una u otra manera en la culminación del presente trabajo de investigación.

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Edgardo Leoncio Braúl Gomero .....
Presidente

Dr. Jorge Washington Vela Alvarado .....
Secretario

Ing. Luis Ángel Capuñay Benites .....
Miembro

M.V. Víctor Alberto Fernández Delgado .....
Asesor

Bach. Florencia Cabrera Santos .....
Tesista

ÍNDICE.

Pág.

RESUMEN. xii

LISTA DE CUADROS..... xi

LISTA DE FIGURAS..... xiii

I. INTRODUCCIÓN. 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA..... 4

2.1. Beterraga. 4

2.1.1. Origen e historia..... 4

2.1.2. Descripción botánica. 5

2.1.3. Condiciones climáticas. 7

2.1.4. Taxonomía y morfología. 8

2.1.5. Características..... 8

2.1.6. Valor nutricional. 9

2.1.7. Propiedades. 10

2.1.8. Detalles de la raíz y las hojas de la beterraga roja..... 11

2.1.9. Pigmentos naturales presentes en *Beta vulgaris*..... 13

2.1.10. Pigmentos de pollos. 25

2.1.11. Evaluación de la pigmentación..... 26

2.1.12. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola..... 27

2.2. Generalidades de los pollos..... 28

2.2.1. Línea de pollos Cobb 500..... 28
2.3. Principios nutritivos en la alimentación de los broilers..... 31
2.3.1. De la energía. 31
2.3.2. Del agua..... 32
2.3.3. De las vitaminas. 33
2.3.4. De los minerales. 33
2.3.5. De las proteínas y aminoácidos. 34
2.3.6. Sobre las necesidades nutricionales. 35
2.3.7. Conversión alimenticia. 37
III. MATERIALES Y MÉTODOS. 40
3.1. Ubicación y duración del experimento. 40
3.2. Ecología y clima..... 40
3.3. Materiales..... 42
3.3.1. Material genético..... 42
3.3.2. Para la crianza..... 42
3.3.3. Insumos..... 42
3.3.4. De gabinete..... 42
3.4. Tratamientos en estudio..... 42
3.5. Operacionalidad de las variables..... 43
3.5.1. Evaluación de pigmentación..... 43
3.5.2. Características organolépticas..... 43
3.5.3. Ganancia de peso..... 44
3.6. Distribución y dimensiones de las parcelas experimentales..... 44

3.7. Del trabajo experimental..... 45
3.7.1. De las instalaciones..... 45
3.7.2. De los animales en estudio..... 46
3.7.3. Sanidad. 46
3.7.4. Implementación de los corrales..... 46
3.7.5. Designación de tratamiento y repetición..... 46
3.7.6. Formulación de tratamientos..... 47
3.7.7. Mezcla de los insumos para el tratamiento..... 47
3.8 Manejo de los pollos..... 47
3.8.1. Recepción de pollos BB..... 47
3.8.2. En la etapa de inicio..... 48
3.8.3. Etapa de crecimiento. 48
3.8.4. Etapa de acabado..... 49
3.9. Diseño experimental..... 49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 51
4.1. Evaluación de pollos vivos..... 51
4.2. Evaluación de pollos beneficiados..... 53
4.3. Resultados de características organolépticas..... 54
4.4. Ganancia de peso..... 56
V. DISCUSIÓN..... 60
5.1. ACCIÓN PIGMENTANTE DE *Beta vulgaris*..... 60
VI. CONCLUSIONES. 61
VII.RECOMENDACIONES..... 63
VIII.BIBLIOGRAFÍA..... 64
IX. ANEXO..... 70

RESUMEN.

El trabajo de investigación titulado “Incorporación de tres niveles de harina de beterraga (*Beta vulgaris*) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broilers en Aguaytía”, se realizó en las instalaciones de crianza de pollos, ubicado en el caserío Mariela, distrito de Aguaytía, provincia de Padre Abad, región de Ucayali, ubicada a 09º02´13” latitud Sur y 75º30´12” de longitud Oeste, el cual se desarrolló entre la primera semana de octubre y la última semana de noviembre del 2015, teniendo una duración de 60 días, para el cual, se tuvo un testigo, constituido por alimento comercial y los tratamientos con alimento comercial + 20 g, 30 g y 40 g de adición de harina de beterraga, en las etapas de crecimiento y acabado. Se utilizó un diseño completo al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (con 10 pollos por repetición), realizando el análisis de varianza se encontró que los tratamientos con harina de beterraga para los pollos vivos no presentan diferencias significativas, podemos resaltar que las características: color de patas, color de cresta, color de pico y apariencia general, no presentaron diferencias significativas, con excepción a la característica brillo de plumas si presenta diferencia significativa (Duncan p≤0,05). Asimismo, para los pollos beneficiados, podemos indicar que las características de estos: color de grasa, color de carne, porcentaje de carne, tacto de carne y textura de carne, no presentan diferencias significativas.

Para las características organolépticas, el ANVA nos indica que no se encontraron diferencias significativas, con respecto al sabor de carne, color de carne y olor de carne. Finalmente, para la ganancia de peso el análisis nos indica que si hay diferencias significativas, realizando la prueba de promedio de

Duncan nos muestra que el tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga logró la mejor ganancia de peso, (Duncan $p \leq 0,05$).

ABSTRACT.

The research work entitled "Incorporation of three levels of beet meal *(Beta vulgaris)* in the pigmentation and productive behavior of broiler chickens in Aguaytía", was carried out in the chicken breeding facilities, located in caserío Mariela, district of Aguaytia , province of Padre Abad, Ucayali region, located at 09º02'13 "South latitude and 75º30'12" West longitude, which took place between the first week of October and the last week of November 2015, having a duration of 60 days, for which, a control was made, consisting of commercial feed and treatments with commercial feed + 20 g, 30 g and 40 g of addition of beet meal, in the stages of growth and finishing. We used a complete design at random, with 4 treatments and 3 repetitions (with 10 chickens per repetition), performing the analysis of variance it was found that treatments with beet meal for live chickens do not present significant differences, we can highlight that the characteristics : color of legs, crest color, peak color and general appearance, did not present significant differences, except for the characteristic brightness of feathers if it presents significant difference (Duncan p≤0,05). Likewise, for the chickens that benefit, we can indicate that the characteristics of these: color of fat, color of meat, percentage of meat, meat touch and texture of meat, do not present significant differences.

For the organoleptic characteristics, the ANVA indicates that no significant differences were found, with respect to meat flavor, meat color and meat smell. Finally, for weight gain, the analysis indicates that if there are significant differences, the Duncan average test shows that the treatment with commercial feed + 40 g of beet-cake flour achieved the best weight gain, (Duncan p ≤ 0,05).

LISTA DE CUADROS.

En el texto.		**Pág.**
Cuadro 01.	Composición de la remolacha por cada 100 g……..	9
Cuadro 02.	Peso por edad de pollos de la línea Cobb 500…….	29
Cuadro 03.	Ganancia diaria promedio de pollos de la línea Cobb 500…….	30
Cuadro 04.	Conversión acumulada de alimento para pollos de la línea Cobb 500…….	30
Cuadro 05.	Consumo acumulado de alimento para pollos de la línea Cobb 500. …….	31
Cuadro 06.	Necesidades nutricionales de los broilers……	35
Cuadro 07.	Diferencias de necesidades nutricionales de los broilers según la N.C.R y Rhone……..	36
Cuadro 08.	Temperatura ambiental ideal para promover la conversión alimenticia…….	38
Cuadro 09.	Datos de las condiciones climáticas en los meses de octubre - noviembre del 2015. Aguaytía, Perú, 2015…..	41
Cuadro 10.	Tratamientos en estudio…….	43
Cuadro 11.	Resultados correspondientes de las evaluación de pollos vivos, pertenecientes a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015…….	51
Cuadro 12.	Preferencias de los evaluadores para la variable de brillo de plumas……..…	52
Cuadro 13.	Resultados correspondientes la evaluación de pollos	

beneficiados, pertenecientes a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015. …… 53

Cuadro 14. Preferencias de los evaluadores para la variable de textura de carne…….. 54

Cuadro 15. Resultados correspondientes de la degustación: dos platos típicos (caldo de pollo y estofado de pollo), pertenecientes a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015. ……..... 55

Cuadro 16. Preferencias de los evaluadores para la variable de olor de carne……... 56

Cuadro 17. Resultados de la ganancia de peso de pollos parrilleros, en las diferentes etapas de desarrollo. Pucallpa, Perú, 2015……. 57

En el Anexo.

Cuadro 1A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 15 días…… 71

Cuadro 2A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 21 días…… 71

Cuadro 3A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 31 días…….. 71

Cuadro 4A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 38 días…….. 72

LISTA DE FIGURAS.

En el texto. **Pág.**

Figura 01. Fórmula general de la betalaina……..….. 18

Figura 02. Fórmula general de las A) betacianinas (rojo-púrpura) y B) de las betaxantinas (amarillo).……..… 19

Figura 03. Estructura general de las betalainas (B) y del ácido betalámico (A)……..… 20

Figura 04. Estructura del catión diazoheptametina…….. 20

Figura 05. Estructura de las betacianinas…… 21

Figura 06. Condiciones climáticas de los meses de octubre - noviembre del 2015. Aguaytía, Perú, 2015. …… 41

Figura 07. Vista del galpón mostrando la distribución y las dimensiones de las jaulas experimentales…..... 45

Figura 08. Evaluación de los pollos vivos. Aguaytía, Perú 2015……. 51

Figura 09. Evaluación de pollos beneficiados. Aguaytía, Perú, 2015……. 53

Figura 10. Resultado de características organoléptica. Aguaytía, Perú, 2015……. 55

Figura 11. Ganancia de peso de pollos parrilleros, en las diferentes etapas de desarrollo. Aguaytía, Pucallpa, Perú, 2015…… 59

En el Anexo.

Figura 12. Preparación de cama de los pollos BB…….... 73

Figura 13. Recepción de pollos BB. 73
Figura 14. Vacunación de los pollitos BB..... 74
Figura 15. Lavado de los bebederos. 74
Figura 16. Soleado de beterraga fresca, picadas en rodajas. 75
Figura 17. Preparación de harina de beterraga..... 75
Figura 18. Pesado de pollos..... 76
Figura 19. Visita de los jurados de tesis. 76
Figura 20. Visita del asesor de tesis. 77
Figura 21. Evaluación de los pollos vivos..... 78
Figura 22. Evaluación de pollos beneficiados..... 78
Figura 23. Degustación..... 79
Figura 24. Comercialización de pollos..... 79

I. INTRODUCCIÓN.

El color es un factor que influye bastante en la aceptabilidad de los consumidores, debido al hecho que los consumidores siempre asocian el color de los alimentos con otras cualidades tales como la frescura, madurez y seguridad alimenticia. De esta manera a muchos alimentos procesados se les han añadido colorantes alimenticios para hacerlos más deseables puesto que los alimentos para su industrialización pasan por diversas etapas donde la mayoría se someten a tratamientos térmicos, lo que conlleva a que los alimentos generen tonalidades que van desde un ligero amarillo hasta un intenso café, mediante las reacciones de Maillard y de caramelización y en otras ocasiones, los pigmentos que contienen se alteran y cambian de color debido a su inestabilidad o a su degradación, perdiendo su buen aspecto (Fellows, 1994); por lo que durante muchos años, los colorantes artificiales se han venido utilizando para reemplazar a los colorantes naturales de los alimentos que se descomponen durante su procesado. Sin embargo, recientemente, el número de colorantes apropiados para el procesado de alimentos se ha reducido drásticamente, como consecuencia de diversos estudios toxicológicos, en los que se han encontrado problemas de salud derivados del uso de ciertos colorantes artificiales.

En la actualidad, existe bastante recelo hacia el consumo de alimentos que contengan colorantes sintéticos. Se prefieren los colorantes naturales. Sin embargo, para su producción industrial, los colorantes naturales se han de extraer del material que los contiene, lo que los hace más caros, menos estables, y con menor poder colorante que sus correspondientes artificiales.

Siendo las principales fuentes, la mayoría de las frutas y vegetales, existiendo una gran cantidad de pigmentos de origen botánico, entre los principales están las clorofilas, los carotenoides, las antocianinas, los flavonoides, los taninos y las betalaínas; siendo uno de los más utilizados en la industria éste último grupo de pigmentos (Lock, 1997); no se conocen efectos nocivos de este colorante por lo que la Organización Mundial de la Salud no ha fijado un límite a la dosis diaria admisible (Kujala, 2001).

La beterraga es una leguminosa cuya raíz es aprovechada y que se produce en abundancia en el departamento de Huánuco cuyo abastecimiento no es dificultoso. La beterraga es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, lo que hace que ésta sea una de las hortalizas más ricas en azúcares. Es buena fuente de fibra. De sus vitaminas destaca los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6. Por el contrario, la remolacha es, junto con la berenjena o el pepino, una de las verduras con menor contenido en provitamina A, presente en las hojas (cuello) y en vitamina C en las raíces.

En relación con los minerales, es una hortaliza rica en yodo, sodio y potasio. Están presentes en menor cantidad, el magnesio, el fósforo y el calcio. El calcio de la remolacha no se asimila como el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral. En sus hojas abunda el beta-caroteno y minerales como el hierro y el calcio.

En el contexto de los planteamientos presentados, el objetivo general de este estudio busca evaluar los efectos de la harina de beterraga en la

pigmentación y comportamiento productivo de los pollos parrilleros bajo condiciones de Aguaytía.

1.1. OBJETIVOS.

1.1.1. Objetivo general:

- Evaluar la incorporación de tres niveles de harina de beterraga en la pigmentación y comportamiento productivo de los pollos parrilleros.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de diferentes niveles de adición de harina de beterraga en la pigmentación de los pollos parrilleros, en las etapas de crecimiento y acabado.
- Determinar la ganancia de peso total.
- Determinar el consumo de alimento.
- Determinar la conversión alimenticia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. BETERRAGA (*Beta vulgaris*).

2.1.1. Origen e historia.

De acuerdo con los expertos, la remolacha se originó en las regiones de Europa, Asia y África que rodean al Mar Mediterráneo. Es muy probable que las remolachas cultivadas actualmente provengan de la especie *Beta maritima* L., que se encuentra en estado silvestre en esas regiones.

Escritos de la antigua Grecia y del Imperio Romano relatan que las remolachas silvestres se utilizaban como plantas medicinales y que las hojas se consumían como ensalada. Su cultivo parece haberse iniciado en el Siglo III D.C., según algunos documentos de la época, aunque se trata de remolachas cuya raíz no engrosaba como en las remolachas actuales (Morales, 1995).

En el siglo XVI creció el interés por la remolacha como hortícolas para el consumo de la raíz, especialmente en Francia y Alemania. Ya en 1558 se reportaban su consumo en Alemania mientras a nivel internacional los tratados de agricultura describían cultivares como “Flat Egyptian” y “Long Red” (Morales, 1995).

En la actualidad, la remolacha de mesa se cultiva prácticamente en todos los países, aunque en las regiones tropicales y subtropicales la producción comercial se encuentra limitada principalmente a las zonas altas, o a las épocas más frescas del año (Morales, 1995).

2.1.2. Descripción botánica.

La remolacha pertenece a la familia botánica de las *Chenopodiaceae.* Dentro de la especie botánica la *Beta vulgaris* L. existen tres subespecies de importancia que son *Beta vulgaris sccharifera* o remolacha azucarera, *Beta vulgaris esculenta* o remolacha forrajera, y la *Beta vulgaris hortensis* o remolacha de mesa o ensalada. La remolacha es una planta herbácea bianual, aunque para el consumo de su raíz carnosa se cultiva como anual. En su primer ciclo de crecimiento la planta acumula sustancias de reserva en la raíz, mientras que en su segundo ciclo de crecimiento produce un tallo florar y los órganos reproductivos. La mayoría de los cultivares (variedades cultivadas) necesitan un período de frío o de la aplicación de sustancias hormonales para poder producir flores y semillas (Morales, 1995).

Raíz: La llamada raíz engrosada o comercial es realmente un engrosamiento de la parte baja del tallo y de la parte superior de la raíz principal. Está formada por anillos concéntricos de tejido xilemático secundario (de color más claro) y floemático (de color más oscuro). Se considera de mejor variedad remolachas en las que el color de ambos tipos de tejido sea menos diferenciado. El color rojizo o morado característico de la mayoría de los cultivares se debe al pigmento Betania o betacianina. En algunos cultivares el color de la raíz es amarillento, debido al pigmento betaxantina. La raíz comercial es de forma redondeada, globosa alargada, cónica o cilíndrica, dependiendo de las características típicas de cada cultivar (Morales, 1995).

El sistema radicular es muy extenso. De acuerdo con estudios realizados en la Universidad de Cornell, el sistema de raíces absorbentes (no la raíz engrosada) llega a casi un metro de profundidad y a unos 60 cm

lateralmente. El buen desarrollo de este sistema le permite a la remolacha soportar sequías cortas y recuperarse rápidamente de las mismas (Morales, 1995).

Tallo: El período de crecimiento vegetativo es muy corto (1 a 3 cm de alto), pero al comenzar la etapa reproductiva el tallo cloral alcanza de 80 a 120 cm de alto. Es ramificado y sostiene las inflorescencias (Morales, 1995).

Hojas: Aparecen formando un penacho o roseta sobre el tallo. La lámina es ovalada y de color verde intenso a morado, según el cultivar. El peciolo es largo, de color rojo, púrpura o amarillento (Morales, 1995).

Órganos reproductivos: Estos órganos no son de interés durante la etapa de crecimiento vegetativo, en la cual se forma la raíz engrosada o comercial (Morales, 1995).

Las flores: Aparecen en las ramificaciones del tallo floral. Son hermafroditas y sésiles. Varias flores se agrupan formando un glomérulo, una estructura de consistencia semileñosas que comercialmente se conoce como semilla. Las semillas verdaderas, están en el interior del glomérulo, que contiene generalmente de 2 a 6 semillas muy pequeñas. Dependiendo del cultivo, en un gramo hay de 45 a 77 glomérulos. Las semillas suelen conservar su poder germinativo por 4 a 5 años. Normalmente germina un 70% de las semillas sembradas (Morales, 1995).

Variedades cultivadas: Generalmente los cultivares se clasifican según la forma de la raíz comercial. Las principales categorías son: redondas, alargadas y achatadas (Morales, 1995).

2.1.3. Condiciones climáticas.

La remolacha es una especie de climas frescos y fríos. Si se cultiva en épocas o zonas cálidas, el rendimiento y la calidad disminuyen (Morales, 1995).

Las semillas empiezan a germinar a temperaturas de 5 a 6 °C, pero lo hace muy lentamente, tomando varias semanas, el rango óptimo de temperaturas para la germinación es de 20 a 25 °C, aunque pueden germinar sin problemas hasta 30 °C (Morales, 1995).

Las mejores temperaturas para el crecimiento de las hojas es de 21 a 30 °C, mientras que para el desarrollo de la raíz engrosada de buena calidad (buen color, textura y contenido de azúcar) es de 16 a 21 °C. Temperaturas sobre 25 °C durante la formación de la raíz engrosada pueden reducir la calidad del producto, provocando decoloración interna, de modo que se observan círculos claros y oscuros claramente marcados en el interior de la raíz engrosada. La floración es inducida por temperatura de 4 a 10 °C (Morales, 1995).

El cultivo exige alta intensidad lumínica; si crece con sombrero, el rendimiento y calidad (textura, color y azúcares) disminuyen. No tiene requerimientos marcados de fotoperíodo para engrosar la raíz (Morales, 1995).

La planta de remolacha puede soportar las diferencias de humedad en el suelo y recuperarse al recibir agua, sin que esto afecte en gran medida su rendimiento. Sin embargo, la repetición de periodos de sequía y abundancia de humead en el suelo puede causar la rajadura y/o decoloración interna de la raíz (Morales, 1995).

Debe evitarse los encharques, ya que provocan la asfixia de la raíz y propician el ataque de patógenos de suelo. El exceso de humedad retrasa el crecimiento de la planta y le da una coloración amarillenta o más rojiza al follaje. La alta humedad relativa del aire favorece la aparición de enfermedades foliares (Morales, 1995).

2.1.4. Taxonomía y morfología.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Género: Beta

Especie: vulgaris

Nombre binomial: *Beta vulgaris*

2.1.5. Características.

Forma: Se trata de una raíz casi esférica de forma globosa, en algunas variedades plana o alargada.

Tamaño y peso: Tiene un diámetro de entre 5 y 10 centímetros y puede pesar entre 80 y 200 gramos.

Color: Variable, desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco.

Sabor: Debido a que se trata de una raíz en la que se acumulan gran cantidad de azúcares, su sabor es dulce (Infoagro, 2010).

2.1.6. Valor nutricional.

La raíz de la beterraga tiene una armadura celulósica, que constituye del 4 - 5% de la remolacha. El extracto seco de la raíz representa alrededor del 25% del peso de esta y lo componen la armadura celulósica y otras materias tanto orgánicas como inorgánicas. El agua constituye otro 75%.

El azúcar contenido en la beterraga es la sacarosa, un disacárido constituido por dos moléculas de hexosa unidas mediante un puente de oxígeno, siendo su fórmula química: C12H22O11.

Cuadro 01. Composición de la remolacha por cada 100 g.

Agua	87,5 gr.
Energía	43 Kcal
Grasa	0,17 gr.
Proteína	1, 61 gr.
Hidratos de carbono	9, 56 gr.
Fibra	2 ,8 gr.
Potasio	325 mg
Sodio	78 mg
Fósforo	40 mg
Calcio	16 mg
Magnesio	23 mg
Hierro	0,80 mg
Zinc	0,35 mg
Vitamina C	4, 9 mg
Vitamina B2	0, 040 mg
Vitamina B6	0, 067 mg
Vitamina A	36 IU
Vitamina E	0, 300 mg
Folacina	109 mg
Niacina	0. 334 mg

Fuente: http://www.nutricion.pro/tag/beterraga.

2.1.7. Propiedades.

La beterraga es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, lo que hace que ésta sea una de las hortalizas más ricas en azúcares. Es buena fuente de fibra.

De sus vitaminas destaca los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6. Por el contrario, la beterraga es, junto con la berenjena o el pepino, una de las verduras con menor contenido en provitamina A, presente en las hojas (cuello) y en vitamina C en las raíces.

Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico.

La vitamina B2 o riboflavina se relaciona con la producción de anticuerpos y de glóbulos rojos y colabora en la producción de energía y en el mantenimiento del tejido epitelial de las mucosas, mientras que la niacina o vitamina B3 colabora en el funcionamiento del sistema digestivo, el buen estado de la piel, el sistema nervioso y en la conversión de los alimentos en energía. La vitamina B6 participa en el metabolismo celular y en el funcionamiento del sistema inmunológico.

En relación con los minerales, es una hortaliza rica en yodo, sodio y potasio. Están presentes en menor cantidad, el magnesio, el fósforo y el calcio. El calcio de la remolacha no se asimila como el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral. En sus hojas abunda el beta-caroteno y minerales como el hierro y el calcio.

El yodo es un mineral indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroides, que regula el metabolismo, mientras que el potasio y el sodio son necesarios para la transmisión y generación del impulso nervioso, la actividad muscular, además de intervenir en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

2.1.8. Detalle de la raíz y las hojas de la beterraga roja.

Desde un punto de vista dietético, la beterraga roja es la más interesante por sus propiedades medicinales. Destaca por ser un potente anticancerígeno, virtud que deriva de su riqueza en flavonoides, principalmente por el pigmento rojo betanina. Se ha demostrado que la ingestión de esta planta inhibe y previene la aparición de tumores cancerígenos, tal como constató el doctor húngaro Alexander Frerenegi en sus experimentos llevados a cabo en animales y personas. Aquellos que comían mucha beterraga desarrollaban muchos menos tumores que los que no lo hacían y los enfermos de cáncer mejoraban y resistían durante más tiempo a la enfermedad si comían beterraga cruda o polvos de remolacha. Así pues, resulta muy interesante comer este alimento crudo en combinación con otras plantas que ayudan a depurar el organismo y prevenir esta terrible enfermedad: tomates, cebollas o pepinos, por ejemplo. Por su contenido en folatos resulta ideal para prevenir enfermedades del corazón.

Este alimento constituye un buen mineralizante del organismo. Es rico en hierro lo que la hace muy interesante para su consumo en las mujeres, quienes necesitan fundamentalmente este elemento durante el embarazo y durante la menstruación, dos momentos en que se precisa más aporte de este

mineral. La ingestión de este mineral, que resulta esencial en la producción de hemoglobina, se hace también necesaria en otros momentos como la presencia de anemias, leucemia o transfusiones muy habituales.

Es, además, un vegetal con propiedades rejuvenecedoras, cuyo consumo puede mantener la juventud durante más tiempo. Esta propiedad viene aportada por la presencia del ácido fólico, del cual esta planta es una de las que posee en más cantidad. Este ácido contribuye a la creación de células nuevas y también, junto con el hierro, en la producción de glóbulos rojos.

También interviene en la creación del aminoácido metionina, cuya existencia es necesaria para la buena salud del cabello, las uñas o la piel. Su consumo hace que nuestra piel tenga un aspecto más joven y más sano. También hay que mencionar su participación en la producción de la hormona dopamina, que nos previene del malhumor y de los síntomas depresivos. Otro de los elementos rejuvenecedores es el silicio, muy importante para la buena salud de los huesos, las arterias y la piel. Para aprovecharnos de estas propiedades es conveniente comer este alimento crudo, dado que el ácido fólico se pierde con la cocción.

Hay que destacar su riqueza en fibras muy útil para vaciar el intestino y prevenir el estreñimiento. En general resulta digerible e incluso ayuda a asimilar el resto de alimentos ya que su riqueza en rubidio incrementa los jugos gástricos. No obstante, hay que tener en consideración que no resulta muy adecuado para los que posean un estómago frágil o los que tengan tendencia a desarrollar acidez o gases. Por su riqueza en sodio tampoco deben abusar de su consumo los que deben tomar una dieta sin sal, si bien su riqueza

en potasio neutraliza en parte su contenido en sodio. También deberían ser prudentes en su utilización aquellas personas que tengan tendencia a producir piedras en el riñón, puesto que su riqueza en oxalatos, al igual que ocurre con las espinacas, no beneficia a este órgano en absoluto.

Es un alimento muy adecuado para los que sufran retención de líquidos, por lo que deberán comerlo habitualmente los obesos o artríticos o quienes pretendan rebajar peso. No solamente depura los riñones, sino también la sangre al resultar alcalinizante elimina la acidez corporal y ayuda al hígado en su función depurativo, hecho que lo hace muy interesante para que sea consumido por enfermos de hígado.

Estimula el cerebro y elimina las toxinas que en él se puedan acumular por lo que ayuda a mantener una buena salud mental y prevenir el envejecimiento precoz.

Por su riqueza en hidratos de carbono es un alimento muy energético, aunque fácilmente asimilable. Debería consumirse en combinación con otras verduras y no con otros alimentos muy calóricos o ricos en hidratos para evitar una excesiva acumulación de los mismos. Siempre que sea posible debería comerse crudo en ensaladas en combinación con otras verduras u hortalizas. Resulta también ideal tomarlo en forma de zumos, mezclado con el de otras frutas como la manzana u hortalizas como la zanahoria.

2.1.9. Pigmentos naturales presentes en *Beta vulgaris.*

A partir de la remolacha se extrae el pigmento natural presente en esta raíz que le confiere su color rojo característico. Esta sustancia hace que la

orina y las heces adquieran un color rojizo después de haber comido remolacha. Esto se debe a que se carece de la enzima que metaboliza dicho pigmento en el intestino, por lo que éste se elimina tal cual junto con la orina y las heces.

Las betalaínas son pigmentos vacuolares hidrosolubles presentes en las plantas del orden de las Centrospermas, como el Betabel (*Beta vulgaris*) (Yanchapanta, 2011).

Wohlpart y Mabry introdujeron por primera vez el nombre "betalaína" durante 1968 para describir estos pigmentos como derivados del ácido betalámico identificado en la planta de remolacha (*Beta vulgaris*), la cual es la mayor fuente comercial de betalaínas. Debido a sus propiedades colorantes recientemente están ganando alta importancia como colorantes en varias formulaciones alimenticias y farmacéuticas.

A inicios de 1876, Bischoff en su tesis hace mención a ciertas antocianinas como pigmentos vegetales que contienen nitrógeno pero son similares a verdaderas antocianinas. Debido a estas similitudes, los pigmentos, si son rojos se ha mencionado en la literatura como "antocianinas nitrogenadas" o "betacianinas", y son amarillas como "flavocianinas" o "betaxantinas". Para lograr la uniformidad en la nomencatura, Wyler y Dreiding sugirieron que los pigmentos rojos fueran conocidos como betacianinas y los amarillos como betaxantinas (Thimmaraju, 2005).

Los pigmentos naturales de la remolacha son las betalaínas (aminoácidos de amonio cuaternario) compuestas principalmente por betacianinas (rojas) y en menor medida betaxantinas (amarillas). Entre las

betacianinas destacan las vulgaxantinas I y II, indicaxantina, isobetanina, prebetanina, neobetanina y betanina (Alonso, 1998).

Las betalaínas se acumulan en las vacuolas de las células que las sintetizan, sobre todo en los tejidos epidermal y subepidermal (García, 2008).

Las betalaínas son estables en productos deshidratados con una actividad de agua menor a 5.0, la betalaína se vuelve más inestable a medida que se aumenta la actividad de agua y el contenido de humedad del alimento; por esta razón, los sólidos de remolacha deben almacenarse con la menor cantidad de agua posible y en las condiciones más secas.

El colorante rojo remolacha es obtenido de las raíces de *Beta vulgaris* como jugo prensado o extracto acuoso; compuesto por diferentes pigmentos pertenecientes a la clase betalaína, el colorante principal consiste en betacianinas (rojo) de las cuales la betanina integra el 75 a 95%, pequeñas cantidades de betaxantina (amarillo) y productos de degradación de betalaínas (marrón claro) pueden estar presentes. El contenido de betanina en extractos de remolacha sufrirá una degradación progresiva que es acelerada por la elevación del pH, temperatura y actividad del agua; por lo tanto se espera que todos los productos comerciales lentamente perderán su color y alterarán su tonalidad de acuerdo a las condiciones de almacenamiento (FAO, 2002).

Las betalaínas son uno de los pigmentos autorizados como aditivos por la FDA (Foods and Drugs Administration) de Estados Unidos y también está admitido en la Unión Europea con la designación de E-162, comercializándose de dos maneras, como polvo de remolacha, que incluye el pigmento y estabilizantes como azúcares, proteínas y antioxidantes, y como

extracto líquido concentrado. Las betalaínas se obtienen en forma de concentrado o de deshidratado a partir de una extracción acuosa a pH ácido; la purificación de los pigmentos se logra por medio de ultrafiltración y de ósmosis inversa. Incluso, debido a su potencial, se ha ensayado el cultivo de tejidos para producir remolachas con un mayor contenido de betaninas (García, 2008).

Además de los colorantes, el jugo o extracto contiene azúcares, sales y/o proteínas que se encuentran naturalmente en las remolachas. La solución puede concentrarse y algunos productos pueden refinarse a fin de eliminar la mayor parte de los azúcares, sales y proteínas. Ácidos de grado alimenticio (por ejemplo, cítrico, láctico, ácido L-ascórbico) pueden ser añadidos como agentes de control del pH, estabilizadores y portadores (por ejemplo, maltodextrina) se pueden añadir como ayuda para la fabricación de polvos secos (FAO, 2002).

Watson y Gabelman (1982) estudiaron la influencia que sobre determinados parámetros de interés para la industria tienen factores de cultivo tan diversos como la variedad, la época de cultivo y sus interacciones. En el caso del contenido en betacianina (colorante rojizo), las variaciones experimentadas a lo largo del ciclo eran muy heterogéneas según la variedad y el ciclo utilizados, mientras que en el caso de la betaxantina (colorante amarillento) y los sólidos disueltos, su contenido se incrementaba a lo largo del ciclo de cultivo. Durante los primeros 83 días de desarrollo se constataba una correlación negativa entre el peso de introducción de las raíces y el contenido en ambos colorantes, pero esta relación se atenuaba al final del ciclo de cultivo (135 días) (García, 2008).

Como se describió anteriormente, desde hace algún tiempo se ha aceptado el uso de las betalaínas de la remolacha como colorantes naturales para alimentos. En los últimos años, dada la prohibición de los colorantes rojos sintéticos, ha aumentado su demanda, lo que motivó que muchas compañías, en diferentes países, se dediquen a la venta de colorantes de betabel.

En general existen tres presentaciones comerciales de las betalaínas de la remolacha:

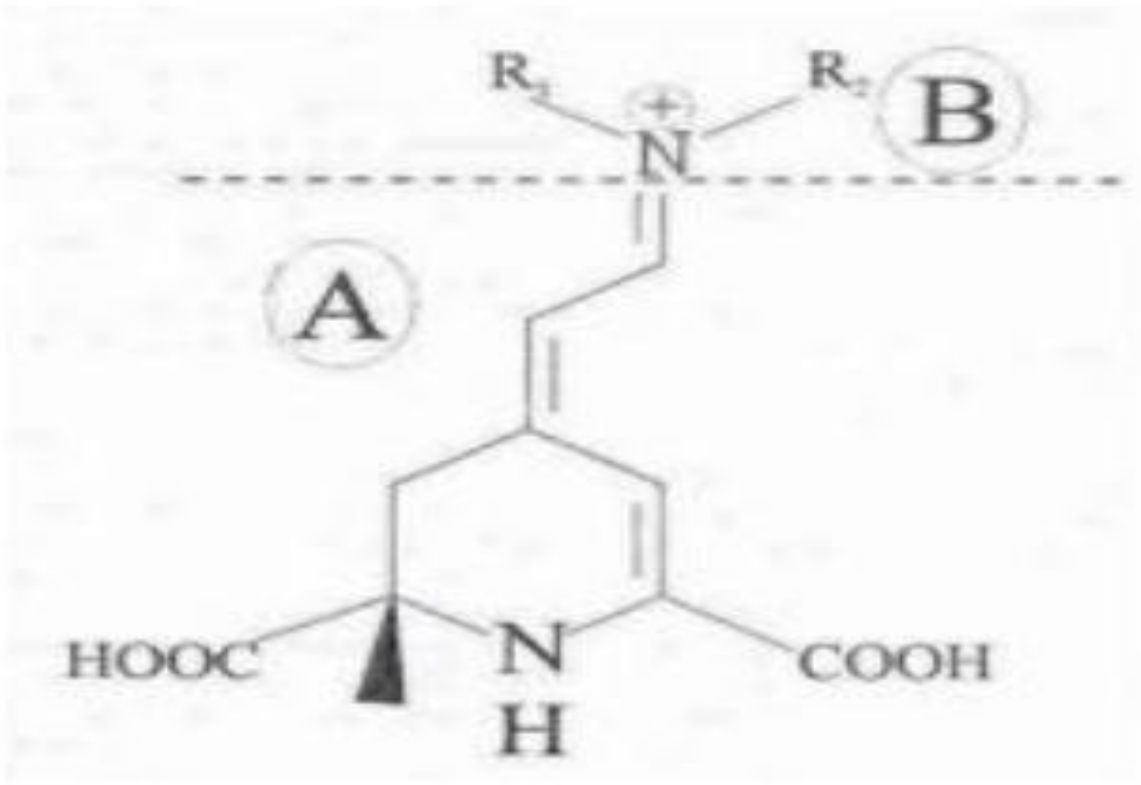
- Polvo de betabel, preparado a partir del betabel completo, secado y molido. Estos productos no son completamente solubles por contener la pulpa completa, pero tienen buena capacidad para teñir; esta es la presentación más económica.
- Concentrados de colorantes de betabel en forma de un líquido de alta viscosidad que contiene entre 40 y 60% de sólidos totales. Se obtienen por evaporación al vacío de los extractos acuosos del betabel.
- Polvo de colorantes del betabel obtenido por secado por aspersión (*spraydried*) de un concentrado del extracto acuoso.

Las últimas dos presentaciones son completamente solubles, pero son más caras que la primera presentación. Por lo general las tres presentaciones contienen entre 0.3 y 1.0% de colorantes, dependiendo de la variedad de betabel utilizado y de las condiciones de cultivo y cosecha; el resto de los concentrados está constituido por azúcares (75-80%), proteína cruda (10%) y cenizas (8-10%). Usualmente se les adiciona ácido ascórbico como estabilizante y propionato de sodio como conservador. Las tres presentaciones están en la lista de colorantes aceptadas para su uso en alimentos en Estados

Unidos desde 1960 y no necesitan certificación. A pesar de las limitaciones que presentan las betalaínas debido a su estabilidad, las preparaciones de betabel son usadas para dar color a productos que tengan corto tiempo de almacenamiento, empacados en reducida exposición a la luz, oxígeno y alta humedad, no sean sometidos a largos tratamientos térmicos y además, sean vendidos en estado seco (Franco, 2004).

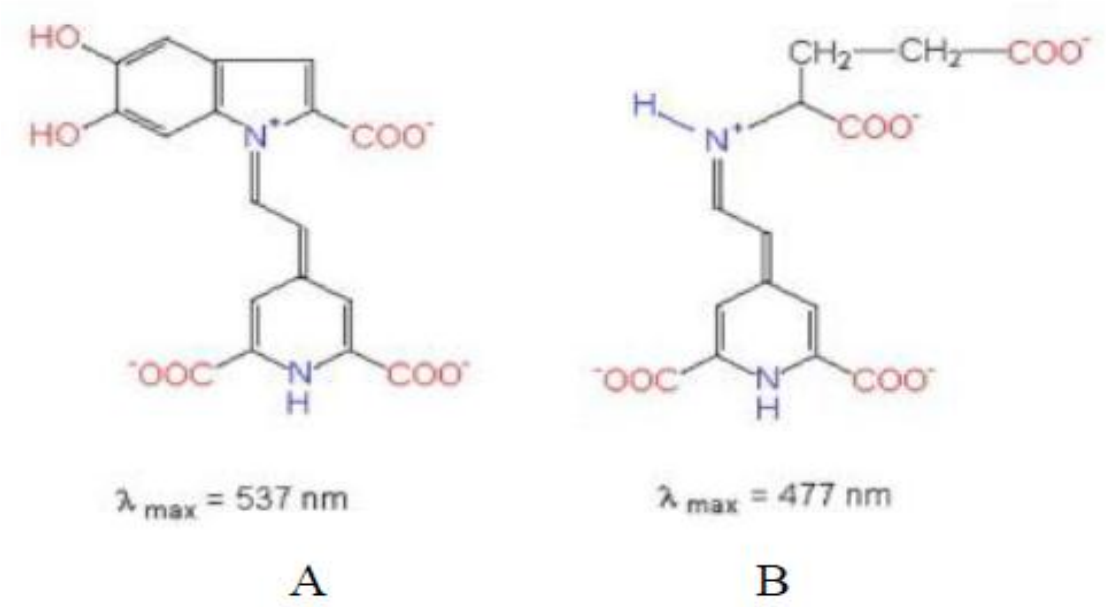
Estructura.

La forma general de las betalaínas representa la condensación de una amina primaria o secundaria con ácido betalámico (García, 2008).



Fuente: García (2008).

Figura 01. Fórmula general de las betalaínas.



Fuente: García (2008).

Figura 02. Fórmula general de las betacianinas (rojo-púrpura) (A) y de las betaxantinas (amarillo) (B).

Las características estructurales de todas las betalaínas es la presencia del cromóforo ácido betalámico, una mitad hidropiridina unida a través de un grupo vinilo a otro grupo nitrogenado. Las betaxantinas se forman por la condensación de un aminoácido o de una amina con el grupo aldehído del ácido betalámico, lo que resulta en una base de Schiff.

Esta estructura básica proporciona el color amarillo fuerte o amarillo-anaranjado a las betaxantinas con una máxima absorbancia a 470-486 nm. A pesar de las diferencias de color, las betacianinas están también formadas por ácido betalámico unido a una molécula de ciclo-DOPA. El color violeta de estas últimas se debe a una estructura aromática induciendo un fuerte cambio de 60 nm en el máximo de absorbancia (534-554 nm) (Thimmaraju, 2005).

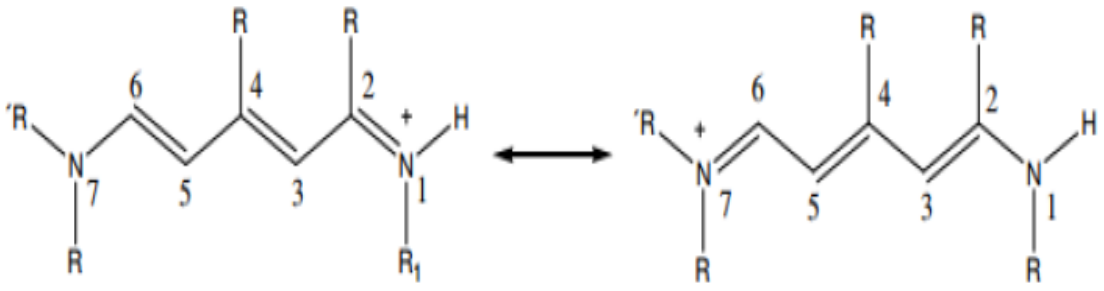


Fuente: Mandujano (2006).

Figura 03. Estructura general de las betalaínas (B) y del ácido betalámico (A).

Las betalaínas son un grupo de aproximadamente 70 pigmentos glicosidados hidrosolubles derivados de la 1,7- diazoheptametina. El color de las betalaínas (Figura 5) se atribuye a las estructuras de resonancia. Si R o R' no extienden resonancia, el compuesto es amarillo (betaxantina), si R o R' extienden la conjugación con un anillo aromático sustituido, el compuesto es rojo (betacianina) (Lock, 1997).

Se conocen más de 50 betalaínas, y todas tienen la misma estructura básica, en la cual R y R' puede ser un hidrógeno o un sustituyente aromático. Su color se le atribuye a los dobles enlaces conjugados en resonancia del núcleo aromático sustituido con el cromóforo del 1,7-diazoheptametinamino (Figura 04).

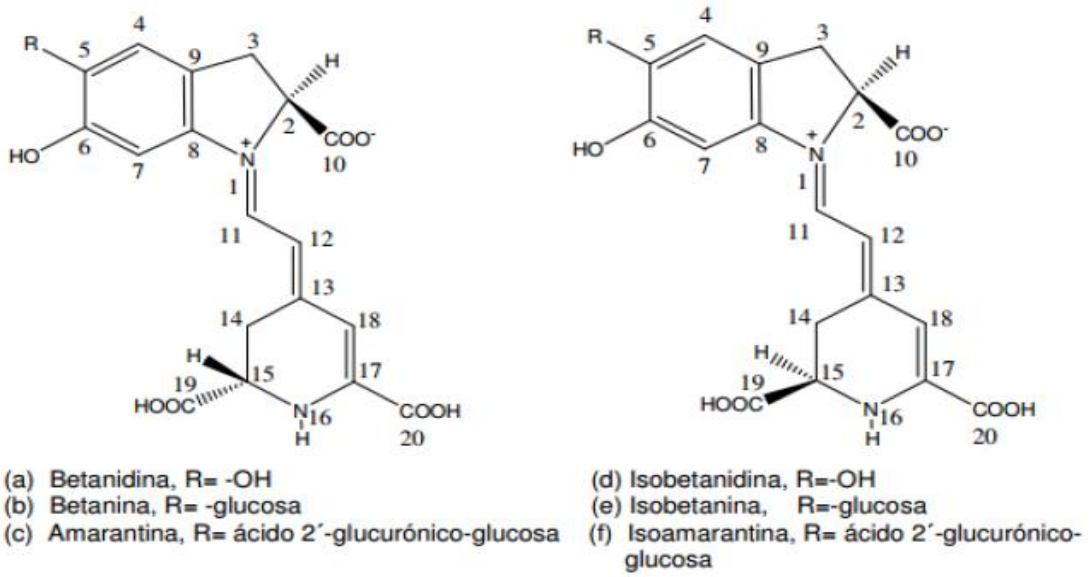


Fuente: Sánchez (2006).

Figura 04. Estructura del catión diazoheptametina.

Cuando ‘R no amplía la conjugación del sistema 1,7-diazaheptametina, el compuesto exhibe un máximo de absorción de luz aproximadamente 480 nm, característico de las betaxantinas amarillas. Si la conjugación se amplía a ‘R, el máximo de absorción de luz se desplaza aproximadamente a 540 nm, característico de las betacianinas rojas.

Las betacianinas son ópticamente activas, porque tienen 2 carbonos quirales C-2 y C-15 (Figura 5). La hidrólisis de la betacianina produce la betanidina o el epímero en C-15 isobetanina (Figura 05) o una mezcla de las dos agliconas isómeras (Sánchez, 2006).



(a) Betanidina, R= -OH
(b) Betanina, R= -glucosa
(c) Amarantina, R= ácido 2´-glucurónico-glucosa
(d) Isobetanidina, R=-OH
(e) Isobetanina, R=-glucosa
(f) Isoamarantina, R= ácido 2´-glucurónico-glucosa

Fuente: Sánchez (2006).

Figura 05. Estructura de las betacianinas.

Las betacianinas pueden presentarse como glucósidos. Los glucósidos o glicósidos se forman por reacción del grupo alcohol de una molécula con otro grupo alcohol perteneciente a un azúcar (monosacárido u oligosacárido). En esta reacción se forma un enlace glicosídico con pérdida de una molécula de agua. A la parte no glucídica (no azúcar) del compuesto

resultante se le llama aglicón. El aglicón se presenta en dos formas isoméricas, como betanina e isobetanina en la remolacha, y como amarantina e isoamarantina en el amaranto. Sin embargo, también existen otras formas, de acuerdo con el sustituyente unido al aglicón; por ejemplo, en la remolacha, además de betanina e isobetanina, también se encuentran prebetanina, isoprebetanina, betanidina e isobetanidina.

Fuentes:

Las betalínas se encuentran en pocas plantas y flores, entre las que destaca el betabel o remolacha roja (*Beta vulgaris*), la pitaya (*Hylocereus undatus*), la tuna roja y otras familias del orden *Centrospermae* como el amaranto (*Amaranthus tricolor*). Es importante destacar que las betacianinas y las antocianinas no coexisten en la misma planta ni en la misma familia. Sin embargo, las betacianinas pueden coexistir con otras clases de pigmentos flavoides (Lock, 1997).

Estos pigmentos se encuentran específicamente sólo en 10 familias de vegetales, todas pertenecientes al orden Cariophilales: Aizoaceae, Amaranthaceae, Basellanaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae, Didiereaceae, Holophytaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae y Portulaceae. También se han encontrado algunas betalaínas de origen fúngico en el hongo venenoso *Amanita muscaria*. Las betalaínas, al igual que las antiocianinas, se acumulan en las vacuolas celulares de las flores, frutas y hojas que las sintetizan, principalmente en la epidermis y la subepidermis (García, 2008).

Por su alto poder tintorial (dos veces más que los colorantes artificiales) y la tonalidad del color sin cambio en un intervalo amplio de pH (de

3 a 7), las betalaínas son compuestos tecnológicamente muy atractivos como colorantes naturales principalmente en la industria alimenticia (Sánchez, 2006).

Las betalaínas se encuentran en vacuolas de la célula vegetal, así como las antocianinas son solubles en agua y producen coloraciones rojizas o amarillas en plantas como la remolacha. Son estructuras que poseen la estructura de indol aromático derivados de la tirosina. Cada betalaína posee una porción de azúcar unida a la estructura coloreada denominada betanidina (la betalaína sin el azúcar). Su síntesis es promovida por la luz, además, las betalaínas, así como las antocianinas son sensitivas al pH. La betacianina de mayor ocurrencia es la betanina. La betanina está constituida por la aglucona betanidina a la que se enlaza una molécula de β-D-glucosa en el hidroxilo 5. Los únicos carbohidratos que forman glicósidos son la glucosa y el ácido glucurónico. La coloración roja de la remolacha se debe a la betanina que representa el 75 a 90% del color total presente. La proporción en la que se encuentran las betacianinas y betaxantinas origina diferencias en la coloración de la remolacha; algunas variedades de remolacha contienen hasta 200 mg de betacianina por cada 100 g del material (Lock, 1997).

La betanina representa el 95% del total de los pigmentos rojos del extracto y representa del 0.4 a 1.0% en peso de la remolacha (*Beta vulgaris*). La betanina es muy soluble en agua y se extrae con este solvente. A veces se deja fermentar el zumo de la remolacha para eliminar el azúcar presente, pero también se usa sin más modificación, simplemente desecado (Aceituno, 2010).

La betanina se degrada a glucosa y betanidina, material amorfo, púrpura, con brillo verde y muy sensible al oxígeno. No contiene ningún grupo

metoxilo o grupos N-metilos; pero acepta por metilación 2 grupos metílicos. La fusión con álcasis da un derivado del pirrol y pequeñas cantidades de ácido butírico o valeriánico, pero no floroglucina. Se sugiere que la betanidina es un derivado del pentahidroxiflavilio, que contiene un grupo ornitínico con nitrógeno fuertemente básico adyacente al anillo bencénico (Mayer, 1950).

Los sólidos de la remolacha o la betanidina en forma aislada que se usan como colorantes se conservan añadiendo antioxidantes y agentes secuestradores. Los compuestos que tienen estructuras fenólicas (butilhidroxianisol y butilhidroxitolueno) o los que contienen grupos sulfhidrilos no ejercen efectos negativos significativos. El ácido ascórbico en concentraciones adecuadas tiene una acción protectora, al igual que el ácido isoascórbico. El etilendiamintetracetato, por ser un buen agente acomplejante, también aumenta la estabilidad del pigmento (Aceituno, 2010).

Se ha demostrado que la velocidad de degradación de las betaninas responde a una cinética de primer orden, ya sea en los jugos, la pulpa, los polvos o en las soluciones modelos. De hecho, el color de las betaninas resulta más estable en los extractos que en las formas purificadas (Márquez y García, 2007).

El contenido de betanina en la remolacha varía de 100 mg/100 g de producto fresco a 16 - 38 mg/100 gramos de producto vegetal seco (Sturzoiu, 2011).

Según estudios realizados, achiote *(Bixa orellana L.)* en los índices productivos de pollos de carne Cobb-500. Los tratamientos alimenticios fueron: un testigo (T_O), T_1, T_2, T_3 y T_4, con diferentes niveles de harina de

achiote al 0.5, 1, 1.5 y 2%. Los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para los índices productivos de: Nivel de pigmentación en el tarso y consumo de alimento. Para los índices productivos como: ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa, los resultados indican que no existió diferencias estadísticas significativas. En el estudio se determinó las variables de: Características Organolépticas (color, olor y sabor) y Mérito Económico (calculado sobre la base del índice económico relativo sobre los costos de alimentación y la utilidad por pollo). Ante lo cual, se pudo concluir que niveles de inclusión de hasta el 1.5% de harina de achiote no afectaría los índices productivos de: consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa (Jaime, 2016).

2.1.10. Pigmentación de pollos.

En mercados muy específicos, el color del pollo es muy importante y se considera un símbolo de calidad, frescura y valor nutritivo. En mercados como China, España, Francia, Italia y México se venden pollos con piel con coloraciones variadas de amarillo a naranja dorado. En el pollo de engorde, los carotenoides se depositan principalmente en tarsos, piel y la grasa subcutánea. Las condiciones de matanza y desplume también son sumamente importantes. Los carotenoides usados para pigmentación de piel son la cantaxantina para la base roja y el apoéster y la luteína zeaxantina para la base amarilla. Las recomendaciones de pigmentación son muy variadas y dependen de la región y las exigencias del mercado. Sin embargo, el común denominador en la demanda del consumidor es la homogeneidad de color.

En Europa se usa un sistema basado en un abanico que sirve como estándar para fijar metas y evaluarlas, como también en un programa de formulación que considera las fuentes de carotenoides disponibles para alcanzar diversas metas de pigmentación. El programa se adapta perfectamente a las condiciones europeas y asiáticas de pigmentación media y constituye un método consolidado.

Para poder pigmentar pollos eficazmente, se deben seguir todas las precauciones anteriormente mencionadas para los huevos, además de las siguientes directrices específicas para pollos:

- La temperatura de escaldado debe mantenerse por debajo (pero cerca) de los 54 °C.
- Los carotenoides pigmentantes deben estar presentes en el alimento por lo menos tres semanas antes del sacrificio.
- En el verano se debe cuidar el consumo y hacer los ajustes de formulación para que no se vea afectada la pigmentación. En algunas condiciones se pueden usar carotenoides en el agua de beber para reforzarla.

2.1.11. Evaluación de la pigmentación.

La medición del color siempre implica la valoración de algo subjetivo que depende de la luz reflejada, el color de los alrededores, la luz presente y el ojo del observador. Sin embargo, a lo largo del siglo pasado y el corriente, se han afinado y se seguirán afinando los procedimientos.

El DSM Yolk - Fan™ es el estándar de referencia para determinar los objetivos de pigmentación del huevo. Es fácil de usar, efectivo y económico. Aunque puede presentar variaciones entre observadores, nos proporciona un idioma universal para hablar sobre el color. En varios mercados, este instrumento se usa también para medir la pigmentación del tarso.

2.1.12. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola.

La alimentación de las aves, criadas en el campo o en pequeñas granjas, en base a plantas y granos diversos, otorga características de color a los pollos y a la yema de huevos. Le da a la piel y tarso de los pollos una tonalidad amarilla brillante y a las yemas una tonalidad anaranjado-rojizo, que se asocia con lo natural y saludable.

Con la crianza moderna, basada en el suministro de alimentos balanceados, se requiere adicionar pigmentantes naturales para obtener las mismas tonalidades que otorga la naturaleza. Muchas veces la dieta de las aves no aporta el mínimo necesario para conferir el nivel de pigmentación deseada a la piel del pollo o a la yema de huevo (Mayrock, 2014).

Los productores adicionan pigmentantes a la dieta del pollo para mejorar su presentación (Hencken, 1992).

La apariencia es algo que está muy arraigado y siempre será muy tenida en cuenta, por lo tanto, el pollo y la gallina no son la excepción, muy por el contrario, casi diría, que dependen pura y exclusivamente de ello, ya que les toca actuar en un medio súper competitivo, de monstruosas inversiones, que no perdona y que obliga a estar siempre innovando e invirtiendo para ser o no

ser, líder indiscutido. En el mercado, por ende, es muy importante la pigmentación, tanto en la piel del pollo, como en la yema de huevo (Montiel, 2010).

Para un programa exitoso de pigmentación se debe siempre considerar la especie objetivo, el color deseado, la fuente de carotenoides a utilizar y sobre todo se debe siempre mantener a las aves en excelentes condiciones de salud (Cisneros, 2012).

2.2. GENERALIDADES DE LOS POLLOS.

2.2.1. Línea de pollos Cobb 500.

Según Cobb-Vantress (2008) el rendimiento de pollos de engorde varía enormemente de país a país. Las metas presentadas están basadas en una combinación del rendimiento de campo y de la experiencia adquirida alrededor del mundo. Las tasas de crecimiento presentadas en esta guía son las metas para alcanzar una producción con una relación costo beneficio favorable.

Las recomendaciones se basan en formulaciones balanceadas para cumplir con los requerimientos de los pollos de engorde Cobb 500. En algunas regiones se promueve el uso de dietas de una mayor densidad energética para líneas específicas de aves, sin embargo, este no es el enfoque buscado para los pollos de engorde Cobb 500.

Los micro nutrientes clave son conocidos en particular por su efecto en la formación y en la mineralización de los huesos. Es esencial que un nivel adecuado de micro nutrientes sea entregado a las aves a lo largo de su

desarrollo. La suplementación de dietas balanceadas con trigo entero o machacado puede reducir significativamente los niveles disponibles de calcio y fósforo. Este factor debe ser cuidadosamente considerado cuando se calculen los niveles de minerales para dietas balanceadas.

La calidad y disponibilidad de materias primas puede requerir que los niveles de nutrientes sean ajustados. Las formulaciones pueden necesitar un ajuste fino para cumplir con los requerimientos específicos de su granja y con su ambiente.

Cuadro 02. Peso por edad de pollos de la línea Cobb 500.

EDAD (días)	PESO POR EDAD					
	AL NACIMIENTO		HEMBRA		MACHO	
	(g)	(lb)	(g)	(lb)	(g)	(lb)
0	41	0.09	41	0.09	41	0.09
7	164	0.36	158	0.35	170	0.37
14	430	0.95	411	0.91	449	0.99
21	843	1.86	801	1.77	885	1.95
28	1397	3.08	1316	2.90	1478	3.26
35	2017	4.45	1879	4.14	2155	4.75
42	2626	5.79	2412	5.32	2839	6.26
49	3177	7.01	2867	6.32	3486	7.69
56	3644	8.04	3235	7.13	4054	8.94

Fuente: Cobb-Vantress (2008)

Cuadro 03. Ganancia diaria promedio de pollos de la línea Cobb 500.

EDAD (días)	GANANCIA DIARIA PROMEDIO					
	AL NACIMIENTO		HEMBRA		MACHO	
	(g)	(lb)	(g)	(lb)	(g)	(lb)
0						
7	23.4	0.052	22.6	0.050	24.3	0.054
14	30.7	0.068	29.4	0.065	32.1	0.071
21	40.1	0.088	38.1	0.084	42.1	0.093
28	49.9	0110	47.0	0.104	52.8	0.116
35	57.6	0.127	53.7	0.118	61.6	0.136
42	62.5	0.138	57.4	0.127	67.6	0.149
49	64.8	0.143	58.5	0.129	71.1	0.157
56	65.1	0.144	57.8	0.127	72.4	0.160

Fuente: Cobb-Vantress (2008).

Cuadro 04. Conversión acumulada de alimento para pollos de la línea Cobb 500.

EDAD (días)	CONVERSIÓN ACUMULADA DE ALIMENTO		
	AL NACIMIENTO	HEMBRA	MACHO
0			
7	0.856	876	0.836
14	1.059	1.071	1.047
21	1.261	1280	1243
28	1.446	1475	1.417
35	1.611	1653	1.569
42	1760	1820	1.700
49	1.902	1988	1.817
56	2.045	2156	1927

Fuente: Cobb-Vantress (2008).

Cuadro 05. Consumo acumulado de alimento para pollos de la línea Cobb 500.

EDAD (DÍAS)	CONSUMO ACUMULADO DE ALIMENTO					
	AL NACIMIENTO		HEMBRA		MACHO	
	(g)	(lb)	(g)	(lb)	(g)	(lb)
0						
7	140	0.31	138	0.30	142	0.31
14	455	1.00	440	0.97	470	1.04
21	1063	2.34	1025	2.26	1100	2.43
28	2020	4.45	1941	4.28	2095	4.62
35	3249	7.16	3106	6.85	3381	7.46
42	4621	10.19	4389	9.68	4827	10.64
49	6043	13.32	5700	12.57	6333	13.96
56	7451	16.43	6973	15.38	7808	17.22

Fuente: Cobb-Vantress (2008).

2.3. PRINCIPIOS NUTRITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS BROILERS.

2.3.1. De la energía.

Araujo (1998), menciona que las aves buscan ajustar el consumo de ración para alcanzar un mínimo de consumo de energía de las dietas conteniendo diferentes niveles energéticos, ese ajuste no es preciso. Los datos concernientes a 34 experimentos, demostraron que las aves consumen además de lo necesario para atender su requerimiento energético, cuando les son ofrecidas, raciones con elevados niveles energéticos, mostrando todavía que el consumo fue mayor en aquellas aves con características genéticas para alto consumo de energía.

Pocos son los trabajos que muestran los reales efectos de las variaciones en el consumo cuando se comparan raciones con diferentes

niveles energéticos. Pero, se sabe que las grasas, además de fuentes de energía, son también estimuladoras del apetito, por sus efectos extracalóricos, mejorando la palatabilidad y la textura de la ración.

Estudio conducido por Soares (1981) con pollos de engorde criados hasta los 63 días de edad, mostraron que la ganancia de peso a los 21, 42, 49, 56 y 63 días de edad, fue aumentando a medida que se elevó el contenido energético de la ración, observándose que la mayor ganancia a los 21 y 42 días de edad ocurrió cuando las aves se alimentaron con ración conteniendo 3267 Kcal/kg.

2.3.2. Del agua.

Según Damrom (2002), el agua tiene una gran importancia en la digestión y metabolismo del ave. Forma parte del 55 a 75% del cuerpo del ave y cerca del 65% del huevo. Existe una fuerte correlación entre el alimento y el agua ingerida. La investigación ha demostrado que la ingesta de agua es aproximadamente dos veces la ingesta del alimento en base a su peso. El agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la molleja.

Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren agua. Como el mayor componente de la sangre (90%) sirve como acarreador, moviendo material digerido del tracto digestivo a diferentes partes del cuerpo, y tomando productos de desecho hacia los puntos de eliminación. Como sucede con humanos y otros animales, el agua enfría el cuerpo del ave a través de evaporación. Tomando en cuenta que las aves no tienen glándulas sudoríparas, una porción mayor de la perdida de calor por evaporación ocurre en los sacos aéreos y en los pulmones debido a la rápida respiración.

2.3.3. De las vitaminas.

Las 13 vitaminas requeridas por las aves son usualmente clasificadas como solubles en grasa o solubles en agua. Las vitaminas solubles en grasa incluyen vitamina A, D_3, E y K. Las vitaminas solubles en agua son tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B_{12} y colina. Todas estas vitaminas son esenciales para la vida y deben ser suministradas en cantidades apropiadas para que los pollos puedan crecer y reproducirse. El huevo contiene normalmente suficientes vitaminas para suplir las necesidades del desarrollo del embrión. Por esta razón, los huevos son una fuente buena de vitaminas de origen animal para la dieta de los humanos.

2.3.4. De los minerales.

Esta clase de nutriente está dividida en macro minerales (aquellos que son necesarios en grandes cantidades) y los micro minerales o elementos traza. Aunque los micro minerales 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 macro mineral.

Los minerales son necesarios para la formación de células de la sangre, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada del músculo.

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. Dicálcico y fosfatos difluorados son los acarreadores de costumbre de fósforo y calcio para dietas de aves. Micro minerales como fierro,

cobre, zinc, manganeso y yodo son normalmente suministrados a través de una mezcla de minerales traza.

2.3.5. De las proteínas y aminoácidos.

Según Zavieso (2000), los pollos broilers presentan una alta tasa de crecimiento, particularmente en las 3 primeras semanas de vida. Este crecimiento demanda una alta concentración de proteína y aminoácidos digestibles. Actualmente los requerimientos de lisina digestible están en el orden de 1,2% para broilers machos y 1,15% para broilers hembras de 1 a 14 o 21 días de edad. Los requerimientos de aminoácidos digestibles recomendados por el autor para pollos de 1 a 21 días de edad se presentan en una tabla. En esa tabla se resumen las relaciones de aminoácidos esenciales en base al concepto de proteína ideal de diferentes autores. Para poder cubrir el alto requerimiento de aminoácidos digestibles del pollo es muy importante contar con información confiable de la digestibilidad de aminoácidos de las diferentes materias primas. Existen muchas tablas de digestibilidad de aminoácidos. La mayor ventaja de formular dietas en base a aminoácidos digestibles es que permite utilizar niveles más elevados de ingredientes proteicos con menor digestibilidad de aminoácidos. El formular con aminoácidos digestibles aumenta el rango de ingredientes que pueden ser incorporados eficientemente en la dieta, mejorando la precisión de la formulación y permitiendo predecir en forma más confiable el desarrollo productivo.

Ensminger (1978) afirma que las raciones iniciales típicas para los pollos para carne contienen un 21 a 24% de proteína y las raciones típicas para ponedoras un 16 a 17%. Los granos y los sub productos de molienda para harina aportan alrededor de la mitad de las necesidades en la

mayoría de las raciones par a aves. La proteína adicional se provee con concentrados ricos en proteína que pueden ser de origen animal o vegetal.

Desde el punto de vista de la nutrición aviaria en realidad los principios nutritivos esenciales son los aminoácidos que forman las proteínas y no la molécula proteica en sí. En consecuencia, el contenido proteico está perdiendo importancia como índice de valor nutricional de un alimento, en cambio se considera a cada aminoácido por separado.

2.3.6. Sobre las necesidades nutricionales.

Buxade (1999) presenta el siguiente cuadro con las necesidades nutricionales de los broilers.

Cuadro 06. Necesidades nutricionales de los broilers.

CONTENIDO EN (%)	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE
AC linoleico	1,00	1,00	1,00
Calcio	0,20	0,15	0,12
Cloro	0,45	0,35	0,30
Fósforo disponible	0,54	0,35	3,30
Lisina	1,10	1,00	0,85
Metionina	0,50	0,38	0,32
Metionina + cistina	9,90	0,72	0,60
Proteína bruta	23,00	20,00	18,00
Sodio	0,20	0,15	0,12
Treonina	0,80	0,74	0,68
Triptófano	0,20	0,18	0,16
EM (Kcal./kg)	3200	3200	3200

Fuente: Buxade (1999).

FEDNA (2002) afirma que se ha publicado recientemente las recomendaciones de Rhone (1993) y las del NCR (1994) que se reflejan en el siguiente cuadro, hay que indicar que las recomendaciones del NCR son necesidades estrictas sin incluir ningún margen de seguridad mientras que los de Rhone-Poulenc incluyen aproximadamente un 5% de margen de seguridad.

Cuadro 07. Diferencias de necesidades nutricionales de los broilers según la N.C.R y Rhone.

Edad (semanas)	N .C .R		Rhone-Poulenc		
	0-4	4-7	0-3	3-6	6-8
Energía metabolizable	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína cruda	21,3	23,0	20,0	20,0	18,0
Lisina	1,20	1,10	1,00	1,00	0,85
Metionina	0,55	0,50	0,38	0,38	0,32
Met. + Cistina	0,92	0,90	0,72	0,72	0,60
Treonina	0,78	0,80	0,74	0,74	0,68
Triptófano	0,23	0,20	0,18	0,18	0,16
Arginina	1,31	1,25	1,10	1,10	1,00
Valina	0,99	0,90	0,82	0,82	0,70
Leusina	1,66	1,20	1,09	1,09	0,93
Isoleucina	0,90	0,80	0,73	0,73	0,62
Calcio	1,00	1,00	0,90	0,90	0,80
Fósforo disponible	0,45	0,45	0,35	0,35	0,30

Fuente: FEDNA (2002).

2.3.7. Conversión alimenticia.

Poehlman (1998), menciona que la conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana, por ejemplo, si se usan cuatro kilos de alimento para producir dos kilos de carne, la conversión alimenticia es 2,00 (4 kilos por 2 kilos). Es evidente que cuando menor sea la conversión más eficiente es el animal.

Los pollos convierten el alimento en carne muy eficientemente, y es posible lograr valores de 1,80 a 1,90.

El pollo de engorde ha sido genéticamente desarrollado para que gane peso extremadamente rápida y usando eficientemente los nutrientes. Si se maneja correctamente a los pollos de hoy en día ellos consistentemente tendrán gran eficiencia y economía.

Principales factores que afectan la conversión alimenticia.

Rodonke (2001), indica refiriéndose a la temperatura que probablemente el factor más importante que influye en la conversión alimenticia es la temperatura ambiental. Las aves son homeotermos (de sangre caliente) lo que quiere decir que mantienen constantemente la temperatura corporal sea cual sea la temperatura ambiental.

En un ambiente frío los pollos comerán más alimentos, pero muchas de las calorías que ellos adquieren las usarán para mantener normal su temperatura, estas calorías que se usan en producir calor no son convertidas en carne. Las temperaturas óptimas permiten a los pollos utilizar los nutrientes para engordar en lugar de regular su temperatura.

Cuadro 08. Temperatura ambiental ideal para promover la conversión alimenticia.

Edad (semanas)	Temperatura (ºC)
1	35
2	30
3	26
4	26
5	23
6	20

Fuente: Cartanya (1987).

Los pollos consumen menos alimento y lo convierte con menos eficiencia cuando la temperatura ambiental es muy alta.

El mecanismo biológico de refrescamiento que usan las aves durante la época de calor requiere energía, igual que el mecanismo de calentamiento que usan cuando hace frío. Además cuando las aves consumen alimento, se eleva la temperatura corporal como resultado del proceso metabólico que ocurre durante la digestión.

Por esta razón no se recomienda alimentar a los pollos durante las horas de más calor (a finales de la mañana o temprano en la tarde) en las épocas de alta temperatura. Si se da de comer temprano en la mañana y al anochecer (cuando la temperatura suele ser más fresco) mejora la conversión alimenticia y se minimiza la mortalidad. Hay naturalmente un costo asociado con mantener caliente el local de crianza (Rodonke, 2001).

Según FEDNA (2008), en condiciones de altas temperaturas las necesidades energéticas se reducen ya que no hace falta quemar energía para producir calor y como consecuencia el pollo come menos; sin embargo, las necesidades en aminoácidos para formar proteína permanecen constantes por lo que su concentración en el pienso debe aumentar. También menciona que es importante considerar que en condiciones extremas de calor, el jadeo supone un gasto energético importante sin embargo en situación de estrés calórico el consumo voluntario de pienso no viene regulado por las necesidades energéticas. Bajo estas circunstancias, la energía y no los aminoácidos es el principal limitante del crecimiento. Por tanto en condiciones extremas de calor, el elevar el nivel de aminoácidos en relación con la energía podría incluso ser perjudicial. En caso de calor intenso, la medida práctica de mayor impacto a fin de mejorar la productividad es probablemente retirar el pienso durante las horas previas al golpe del calor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de crianza de pollos, ubicado en el caserío Mariela, distrito de Aguaytía, provincia de Padre Abad, región Ucayali.

Geográficamente está ubicada a 09º02´13" latitud Sur y 75º30´12" de longitud Oeste.

El trabajo de investigación se desarrolló desde la primera semana de octubre hasta la última semana de noviembre del 2015, teniendo una duración de 60 días.

3.2. ECOLOGÍA Y CLIMA.

Según el Sistema Holdrige, Ucayali se clasifica como "bosque húmedo tropical" y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema "bosques tropicales semi-siempre verde estacional", cuyas condiciones climáticas promedio para la zona de Aguaytía son:

- Temperatura máxima anual 30. 5 °C
- Temperatura media anual 25 °C
- Temperatura mínima anual 19. 5 °C
- Precipitación promedio anual 4 676 mm,

A continuación, en el cuadro 09, se muestran los datos de condiciones climáticas durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 08. Datos de las condiciones climáticas en los meses de octubre - noviembre del 2015. Aguaytía, Perú, 2015.

Meses	T máx.	T min.	T media	H.R. (%)	P. pluvial (mm)
Octubre	32.9	22.9	27.9	81.6	140.3
Noviembre	32.6	23.6	28.1	83.0	337.2

Fuente: Estación Meteorológica Boquerón - Universidad Nacional de Ucayali (2015).

Durante los meses que duró el trabajo de investigación, no se observaron variaciones importantes en cuanto a los índices de temperatura mínima y media, observándose un rango de temperatura media de 27.9 a 28.1 °C, de igual manera, no se observó variaciones significativas para la humedad relativa; pero si se mostraron variaciones significativas en cuanto a la precipitación pluvial, mostrándose rangos de 140.3 a 337.2 mm en los meses evaluados.

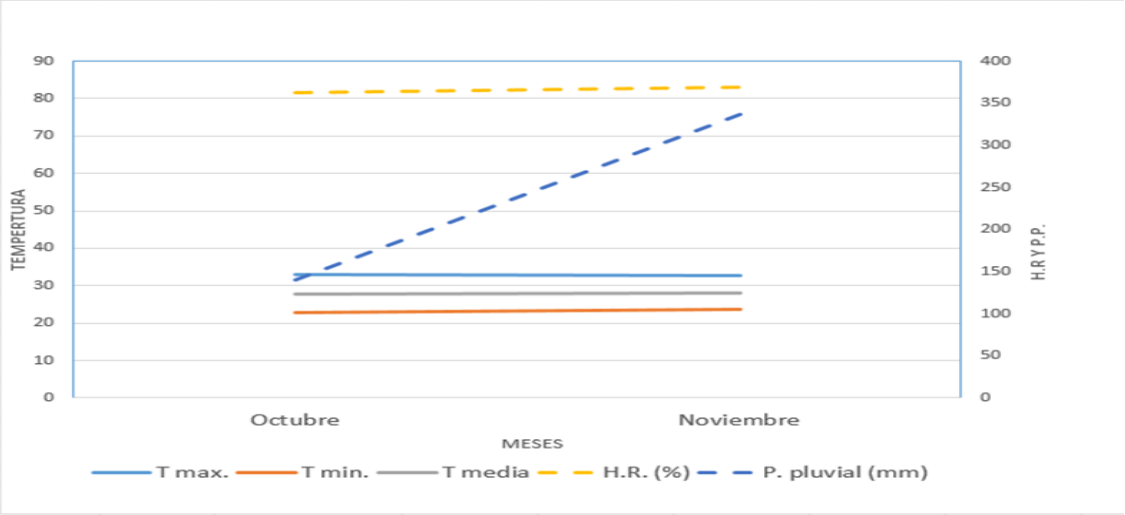


Figura 06. Condiciones climáticas de los meses de octubre - noviembre del 2015. Aguaytía, Perú, 2015.

3.3. MATERIALES.

3.3.1. Material genético.

Se utilizó 120 pollos BB de la línea Cobb 500.

3.3.2. Para la crianza.

Los materiales para la crianza fueron: comederos tipo tolva, bebederos, bidón de agua, balanza tipo gramera, mantas, viruta, latas para calefacción, letreros, mallas galvanizadas hexagonales, listones de madera de 2 x 1'' y clavos de 3 ½ '', 2'' y 1''

3.3.3. Insumos.

Los insumos utilizados fueron: alimento comercial para la etapa de inicio, crecimiento y acabado, harina de beterraga, complejo B, electrolitos (stress pack) y Vacuna triple (New Castle, Gumboro, Bronquitis Aviar).

3.3.4. De gabinete.

Se emplearon lapiceros, papel bond, fólder de manila, cámara fotográfica, memorias USB y formatos de evaluación.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

El siguiente cuadro muestra los tratamientos que fueron estudiados en el presente trabajo de investigación.

Cuadro 09. Tratamientos en estudio.

Trat.	Descripción	Repeticiones	N° Total de Pollos
T0	Alimento comercial.	3 (10 aves por repetición)	30
T1	20 g de harina de beterraga por kg de alimento.	3 (10 aves por repetición)	30
T2	30 g de harina de beterraga por kg de alimento.	3 (10 aves por repetición)	30
T3	40 g de harina de beterraga por kg de alimento.	3 (10 aves por repetición)	30

Fuente: Propia.

3.5. OPERACIONALIDAD DE LAS VARIABLES.

3.5.1. Evaluación de pigmentación.

Se realizó evaluando la coloración del pico, patas, cresta y cuerpos desplumados de pollos beneficiados frescos, para lo cual se contó con 20 personas, no entrenadas, entre amas de casa, estudiantes y profesionales, para evaluar las mejores características según su criterio, dando los valores de muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo.

3.5.2. Características organolépticas.

Para esta evaluación se contó con 20 personas, no entrenadas, entre amas de casa, estudiantes y profesionales, para

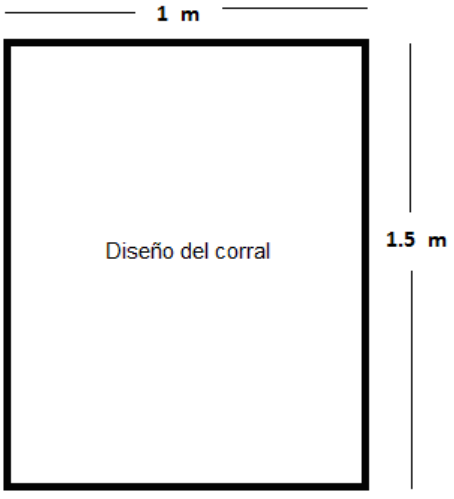
evaluar las características organolépticas (sabor, olor y color de la carne), según su criterio, asignado valores preestablecidos: (muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo).

3.5.3. Ganancia de peso.

Se registró la ganancia de peso por etapas de desarrollo, sexo y total: Esta variable se midió al finalizar cada etapa de desarrollo, tomando los pesos de los pollos y el conjunto de las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

3.6. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONES DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

Las jaulas de manejo, presentaron las siguientes dimensiones:



Área total del galpón: 48 m^2

Área total experimental: 18 m^2

Área de corral: 1.5 m^2

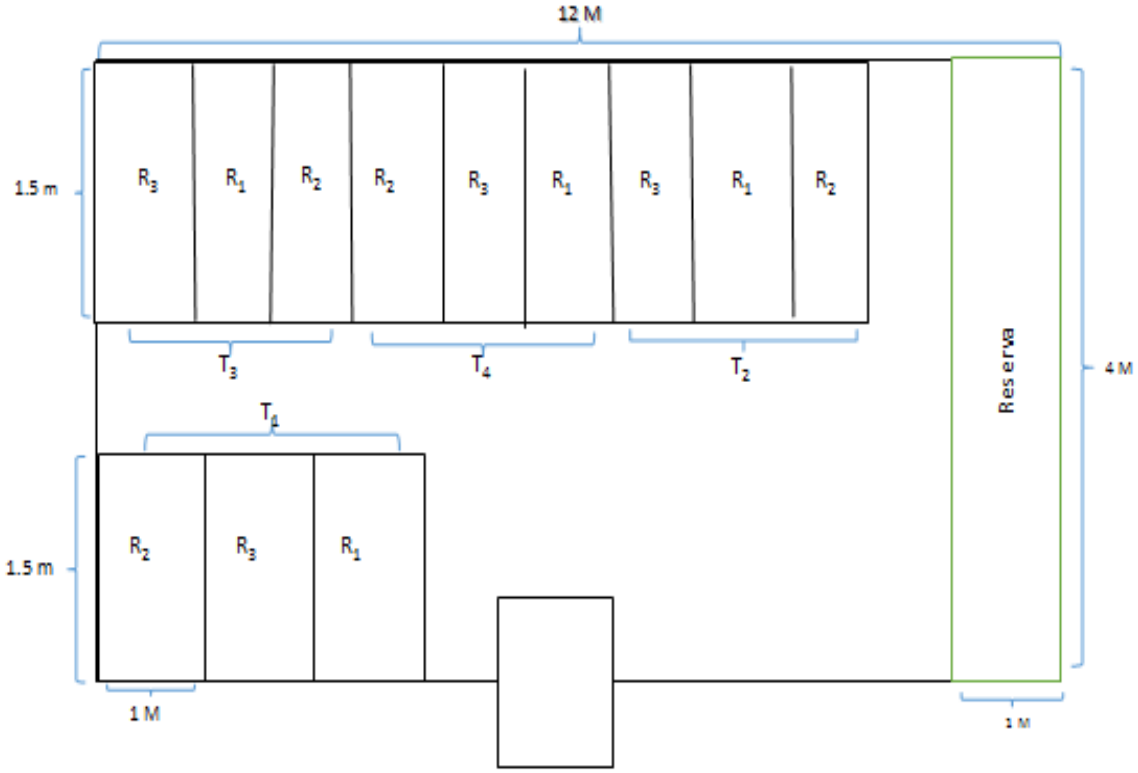


Figura 07. Vista del galpón mostrando la distribución y las dimensiones de las jaulas experimentales.

3.7. DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

3.7.1. De las instalaciones.

El experimento se realizó en un galpón de 12 m de largo x 4 m de ancho con piso de tierra, buen drenaje, las paredes forradas con mallas metálicas hexagonales, techo de calamina, con capacidad para 240 aves con una orientación en el campo de Este a Oeste respectivamente. De este galpón se utilizó 18 m^2 para las 120 unidades experimentales, en el cual se construyó 12 corrales con un tamaño de 1 m por 1.5 m de largo, teniendo en cuenta la carga animal por m^2 (5 pollos x m^2), teniendo 4 tratamientos y 3 repeticiones con 10 pollos por cada repetición.

3.7.2. De los animales en estudio.

Los pollos utilizados en el experimento pertenecen a la línea Cobb - 500 sumando un total de 120 pollos BB, de los cuales el 50% fueron machos y el otro 50% hembras, se dispuso 30 pollos por tratamiento, se distribuyó 10 pollos para cada repetición, que fueron 3, los mismos que fueron distribuidos en cada tratamiento completamente al azar en cada tratamiento. Todos los animales fueron sometidos a las mismas condiciones de manejo.

3.7.3. Sanidad.

En el ambiente de crianza, a manera de prevención, se realizó una limpieza de la maleza circundante al galpón, luego se hizo una limpieza del techo con escobas largas. Las mallas y el piso se desinfectaron con hipoclorito de sodio (lejía) al 13% y detergente disuelto con agua. Posterior a esto, se roció cal viva en el piso aproximadamente 50g/m^2, la desinfección incluyó a equipos como bebederos, comederos y mantas, los mismos que adicionalmente fueron desinfectados con iodóforo (vanodine).

3.7.4. Implementación de los corrales.

Los corrales se implementaron con 12 comederos, 12 bebederos, cama de viruta con un espesor de 7 cm, 12 focos de 25 watts, entre otros.

3.7.5. Designación de tratamiento y repetición.

Implementados los corrales, se sortearon con balotas en forma aleatoria los tratamientos para lo cual se hizo un croquis

de los corrales. Una vez asignado cada tratamiento con su repetición se colocaron en cada corral los letreros de identificación correspondiente.

3.7.6. Formulación de las raciones.

Se adquirió el alimento balanceado comercial para cada etapa de desarrollo de los pollos (inicio, crecimiento y acabado) a la que se agregó las cantidades de harina de beterraga de acuerdo a los tratamientos estudiados. El cálculo de las cantidades para cada insumo se realizó en base a 50 kilogramos de ración.

3.7.7. Mezcla de los insumos para el tratamiento.

Una vez realizada la formulación de las dietas conteniendo los tratamientos en estudio, y los ingredientes necesarios, se realizó la mezcla correspondiente utilizando una pala limpia sobre un piso de concreto, para luego colocarlo en sacos para su conservación y posterior utilización.

3.8. MANEJO DE LOS POLLOS.

3.8.1. Recepción de los pollos BB.

Luego de haber acondicionado los corrales se recepcionó a todos los pollos en uno de los corrales de los tratamientos hasta los 6 días, con 4 comederos elaborados de cartón de empaque de los pollos y 4 bebederos con su respectiva

dosis de un antiestresante (Stress Pak). En esta etapa los pollos tuvieron calefacción las 24 horas del día, esto durante los 6 primeros días, luego se proporcionó calefacción solo en las noches. Se instaló además mantas grandes y chicas durante las 2 primeras semanas para contrarrestar el frío.

3.8.2. En la etapa de inicio.

Esta etapa se inició a los 6 días hasta los 21 días de crianza donde se dispuso 30 pollos para cada tratamiento, es decir 10 pollos por repetición, se colocó un comedero de plástico y un bebedero para cada corral.

Se proporcionó el alimento experimental correspondiente a esta etapa de inicio, en forma diaria ad libitum. Se tuvo en cuenta la higiene de los bebederos, el volteo y cambio de cama húmeda por seca de manera periódica. También se suministró vitaminas (Complejo B), este producto se aplicó en el agua durante toda la etapa de inicio.

3.8.3. Etapa de crecimiento.

Esta etapa se inició a los 22 días hasta los 31días de desarrollo de los pollos. En este período se suministró el alimento experimental para dicha etapa en los comederos de tolva y se levantó el nivel de los bebederos. Se tuvo en cuenta la ventilación (manejo de mantas), cambio de cama húmeda por seca, lavado diario de bebederos. Esta etapa de crecimiento duró diez días.

3.8.4. Etapa de acabado.

Esta etapa se inició a los 32 días hasta los 35 días de desarrollo de los pollos. En esta etapa se suministró el alimento experimental formulado para dicha fase y para cada tratamiento, en esta etapa, el pollo cumplió los 35 días de su ciclo de vida en el corral tiempo en que fue diseñado el trabajo de investigación, luego los pollos fueron sacados para ser comercializados.

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis de las características organolépticas de los pollos vivos, se utilizó el análisis descriptivo, correspondiente a las medidas de tendencia central y dispersión. Así mismo utilizando como variables respuestas las observaciones realizadas por los evaluadores y la proporción suministrada de harina de beterraga como variables independientes se realizó un análisis de varianza.

Para el análisis de la ganancia de peso, se utilizó el diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (con 10 pollos por repetición), cuando se observaron diferencias significativas se utilizó la prueba de promedio de Duncan con un $\alpha = 0,05$.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera, $_j$ – ésima observación en el

$_{i}$ – ésimo tratamiento en estudio.

U = Media general.

T_i = Efecto del $_{i}$-ésimo tratamiento en estudio.

E_{ij} = Error experimental o residual.

Esquema del ANVA.

F.V.	G.L.
Tratamiento	3
Error	8
Total	11

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. EVALUACIÓN DE POLLOS VIVOS.

El cuadro 11, presenta resultados correspondiente al análisis de varianza para la evaluación de las características visuales de los tratamientos de los pollos parrilleros, considerando como variables respuestas la calificación de los evaluadores.

Cuadro 11. Resultados correspondientes de las evaluación de pollos vivos, pertenecientes a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015.

TRAT.	COLOR DE PATA	BRILLO DE PLUMAS	COLOR DE CRESTA	COLOR DE PICO	APARIENCIA GENERAL
T0	1.800[a]	2.000[a]	0.800[a]	1.200[a]	1.200[a]
T1	1.400[a]	1.600[a]	1.200[a]	1.600[a]	1.800[a]
T2	2.200[a]	2.400[a]	2.600[a]	2.000[a]	2.800[a]
T3	1.800[a]	2.400[a]	2.600[a]	1.800[a]	1.800[a]

Letras iguales significa la no existencia de diferencias significativas (p>0.05) entre tratamientos.

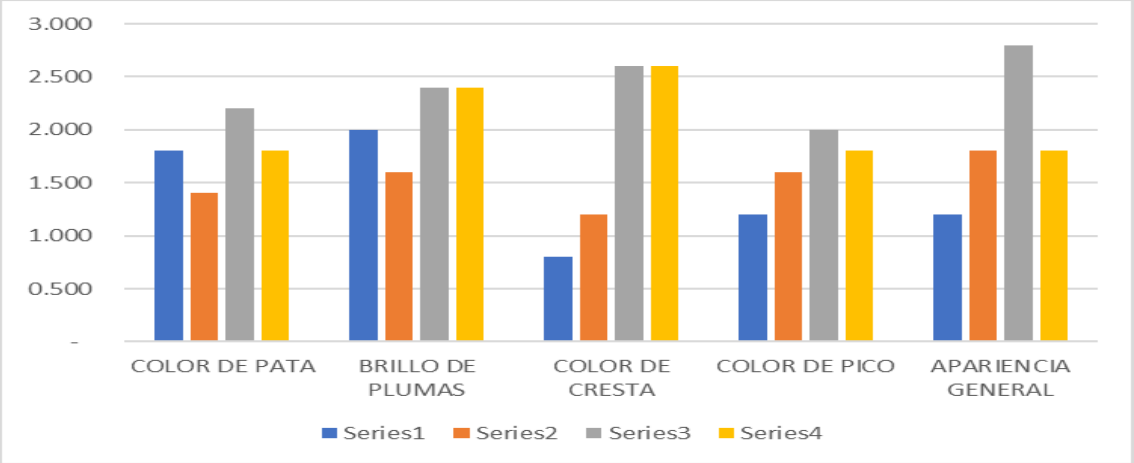


Figura 08: Evaluación de los pollos vivos. Aguaytía, Perú 2015.

En las variables referentes al externo de los pollos no se encontraron diferencias significativas (p > 0,05) para las variables en estudio color de patas, color de cresta, color de pico y apariencia general. Tampoco se observaron diferencias significativas (p>0,05) para los puntajes asignados evaluados por personas sin entrenamiento alguno (Cuadro 12), con excepción de la variable brillo de plumas, en los que los puntajes bueno, regular y mala se diferencian de los demás puntajes (p<0,05). El puntaje asignado a bueno no se diferenció de muy buena y muy mala.

Se evaluó las respuestas con respecto al brillo de plumas observando diferencias significativas (p<0,05), como se puede apreciar las respuestas regular y mala fueron las de mayor aceptación por parte de los evaluadores.

Cuadro 12. Preferencias de los evaluadores para la variable de brillo de plumas.

VARIABLES	N	PROMEDIO	DIFERENCIAS
MUY BUENA	5	0.7500	B
BUENA	5	1.750	AB
REGULAR	5	4.000	A
MALA	5	3.500	A
MUY MALA	5	0.500	B

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p<0.05) entre tratamientos.

4.2. EVALUACIÓN DE POLLOS BENEFICIADOS.

El cuadro 13, presenta resultados correspondiente al análisis de varianza para la evaluación de las características visuales de los tratamientos de los pollos parrilleros, considerando como variables respuestas la calificación de los evaluadores.

Cuadro 13. Resultados correspondientes de la evaluación de pollos beneficiados, pertenecientes a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015.

CARACT. / TRAT.	COLOR DE GRASA	COLOR DE CARNE	% DE CARNE	TEXTURA DE CARNE
T0	1.400[a]	1.400[a]	1.400[a]	1.400[a]
T1	1.600[a]	1.600[a]	1.200[a]	1.600[a]
T2	1.600[a]	1.600[a]	2.000[a]	2.000[a]
T3	1.400[a]	1.400[a]	2.000[a]	2.000[a]

Letras iguales significa la no existencia de diferencias significativas (p>0.05) entre tratamientos.

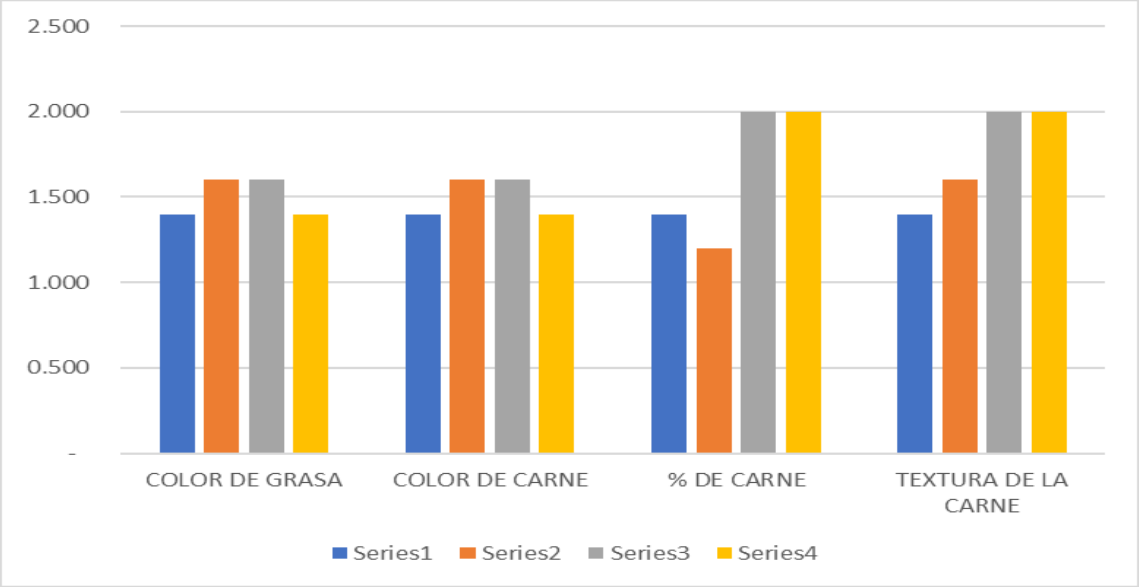


Figura 09: Evaluación de pollos beneficiados. Aguaytía, Perú, 2015.

No se observaron diferencias significativas para las variables observadas (p<0,05) como se aprecia en el (Cuadro 13). De los puntajes asignados evaluados por personas sin entrenamiento alguno sobre la textura de la carne, (Cuadro 14) el puntaje bueno fue el mejor, diferenciándose de las demás calificaciones (p<0,05).

Cuadro 14. Preferencias de los evaluadores para la variable de textura de carne.

VARIABLES	N	PROMEDIO	DIFERENCIAS
MUY BUENA	4	1.500	B
BUENA	4	4.750	A
REGULAR	4	1.250	B
MALA	4	1.250	B
MUY MALA	4	0.000	B

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p<0.05) entre tratamientos.

4.3. RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

El cuadro 15, presenta resultados correspondiente al análisis de varianza para la evaluación de las características organolépticas de los tratamientos de los pollos parrilleros, considerando como variables respuestas la calificación de los evaluadores.

Cuadro 15. Resultados correspondientes de la degustación: dos platos típicos (caldo de pollo y estofado de pollo), perteneciente a los tratamientos en estudio. Aguaytía, Perú, 2015.

CARACT. / TRAT.	SABOR DE CARNE	OLOR DE CARNE	COLOR DE CARNE
TO	1.600[a]	1.6000[a]	1.400[a]
T1	1.600[a]	1.8000[a]	1.600[a]
T2	1.800[a]	2.0000[a]	1.600[a]
T3	2.200[a]	2.0000[a]	1.400[a]

Letras iguales significa la no existencia de diferencias significativas (p>0.05) entre tratamientos.

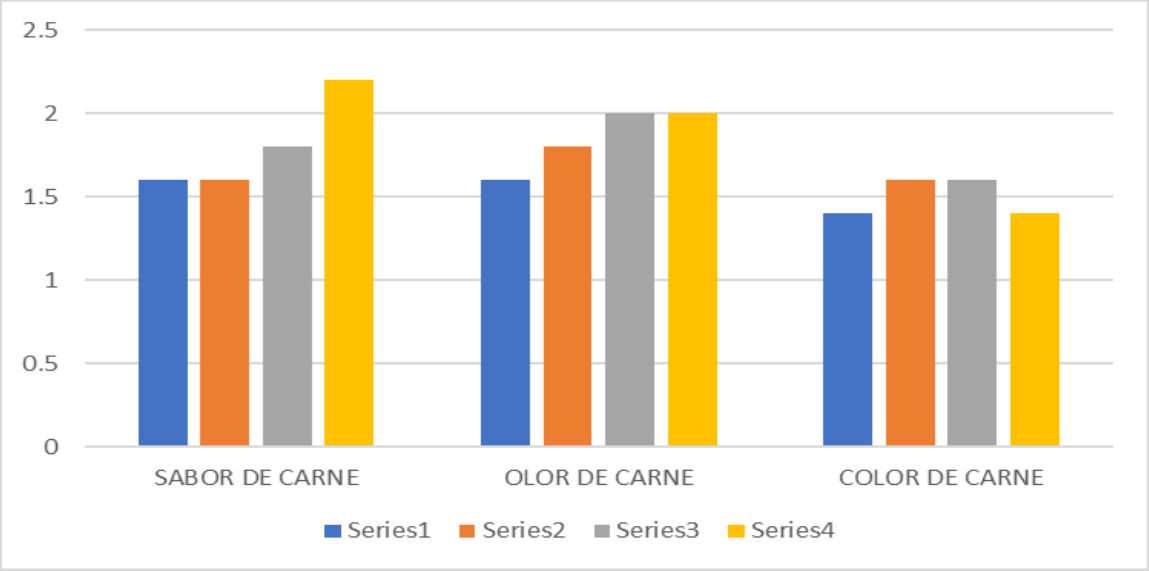


Figura 10. Resultado de características organolépticas. Aguaytía, Perú, 2015.

En las variables referentes a las características organolépticas de la carne de pollos en estudio, no se encontraron diferencias significativas (p>0,05), con respecto al: sabor de carne y color de carne. Tampoco se

observaron diferencias significativas (p>0,05) para los puntajes asignados evaluados por personas sin entrenamiento alguno (Cuadro 15), la variable olor de carne obtuvo el mayor puntaje, como se puede apreciar de la respuesta buena sin diferenciarse del puntaje regular (p>0,05); pero presentando diferencias significativas (p<0,05) en los puntajes muy buena, mala y muy mala (Cuadro 16).

Se evaluó las respuestas al respecto del olor de la carne observando diferencias significativas (p<0,05), como se puede apreciar la respuesta buena fue las de mayor aceptación de los evaluadores.

Cuadro 16. Preferencias de los evaluadores para la variable de olor de carne.

VARIABLES	N	PROMEDIO	DIFERENCIAS
MUY BUENA	4	1.500	B
BUENA	4	4.750	A
REGULAR	4	1.250	B
MALA	4	1.250	B
MUY MALA	4	0.000	B

Letras diferentes muestran diferencias significativas (p<0.05) entre tratamientos.

4.4. GANANCIA DE PESO.

El cuadro 17, presenta los resultados correspondientes a la prueba de Duncan para la ganancia de peso de pollos parrilleros, durante las diferentes etapas de desarrollo.

Cuadro 17. Resultados de la ganancia de peso de pollos parrilleros, en las diferentes etapas de desarrollo. Aguaytía, Perú, 2015.

Tratamiento	Descripción	15 días	21 días	31 días	38 días
1	Alimento comercial	278.63 ab	672.43 ab	1020.66 a	1813.40 d
2	Alimento comercial + 20 g de harina de beterraga.	282.92 a	679.33 a	1022.00 a	1925.96 b
3	Alimento comercial + 30 g de harina de beterraga.	274.78 bc	660.70 c	979.70 c	1847.70 c
4	Alimento comercial + 40 g de harina de beterraga.	270.46 c	667.20 bc	1005.00 b	2057.33 a

*Letras iguales no presentan diferencias significativas. Duncan p≤ 0.05

Para la ganancia de peso de los pollos, a los 15 días de crianza, se realizó el análisis de varianza (Ver Cuadro 1A), los cuales muestran diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos en estudio, esto se corrobora con las pruebas de promedios de Duncan que se muestra en el cuadro 17, en el cual, el tratamiento con alimento comercial + 20 g de harina de beterraga, logró la mejor ganancia de peso, el cual no muestra diferencias significativas (p≥0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial, el cual tampoco muestra diferencias significativas (p≥0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 30 g de harina de beterraga, el mismo que tampoco mostró diferencias significativas (p≥0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga, el cual si muestra diferencias significativas (p ≤ 0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 20 g de harina de beterraga.

Para la ganancia de peso de los pollos, a los 21 días de crianza, se realizó el análisis de varianza (Ver Cuadro 2A), los cuales muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos en estudio, esto se corrobora con las pruebas de promedios de Duncan que se muestra en el cuadro 25, en el cual, el tratamiento con alimento comercial + 20 g de harina de beterraga, logró la mejor ganancia de peso, el cual no muestra diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial, el cual tampoco muestra diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga, el mismo que tampoco mostró diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 30 g de harina de beterraga, el cual si muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 20 g de harina de beterraga.

Para la ganancia de peso de los pollos, a los 31 días de crianza, se realizó el análisis de varianza (Ver Cuadro 3A), los cuales muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos en estudio, esto se corrobora con las pruebas de promedios de Duncan que se muestra en el cuadro 25, en el cual, los tratamientos con alimento comercial y alimento comercial + 20 g de harina de beterraga, lograron la mejor ganancia de peso, los cuales mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga, el cual si muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 30 g de harina de beterraga, el mismo que presentó la menor ganancia de peso.

Para la ganancia de peso de los pollos, a los 38 días de crianza, se realizó el análisis de varianza (Ver Cuadro 4A), los cuales muestran diferencias

significativas (p≤0,05) entre los tratamientos en estudio, esto se corrobora con las pruebas de promedios de Duncan que se muestra en el cuadro 25, en el cual, el tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga, logró la mejor ganancia de peso, el cual muestra diferencias significativas (p≤0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 20 g de harina de beterraga, el mismo que muestra diferencias significativas (p≤0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial + 30 g de harina de beterraga, el mismo que también muestra diferencias significativas (p≤0,05) con respecto al tratamiento con alimento comercial, el cual logró la menor ganancia de peso, como se muestra en la Figura 11.

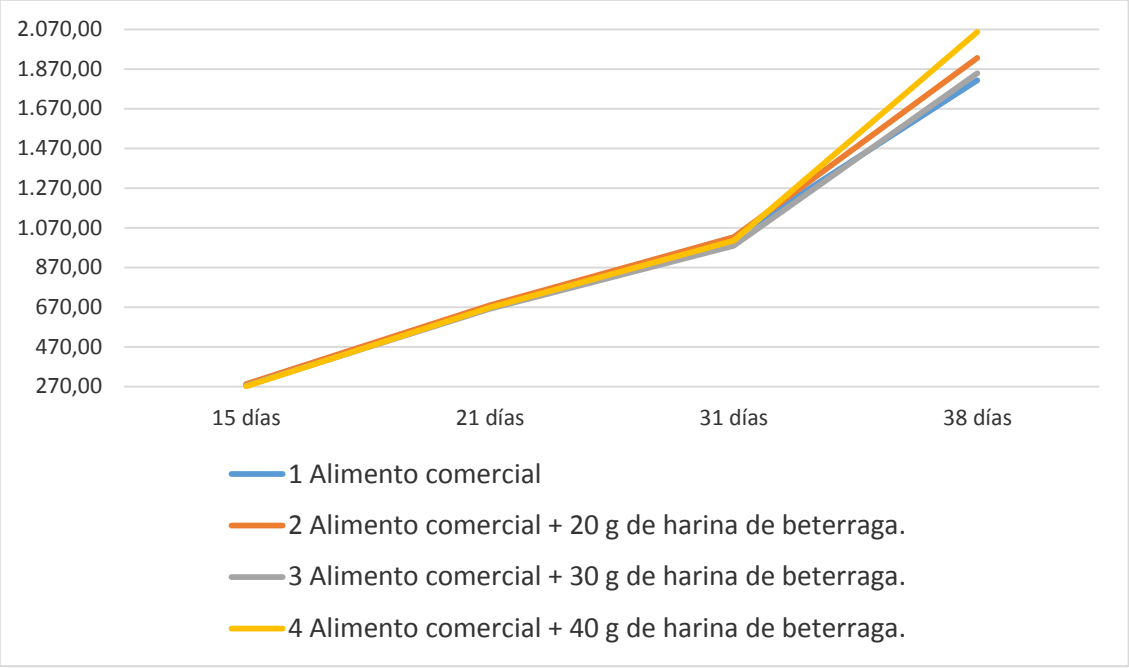


Figura 11. Ganancia de peso de pollos parrilleros, en las diferentes etapas de desarrollo. Aguaytía, Perú, 2015.

V. DISCUSIÓN.

5.1. ACCIÓN PIGMENTANTE DE *Beta vulgaris.*

Toda la bibliografía revisada sobre el uso de la *beta vulgaris* está orientada a describir como dador de grupos metilo por lo que parcialmente puede reemplazar a los aminoácidos metionina y metilo, así mismo puede mejorar la conversión alimenticia para el mejor aprovechamiento de los nutrientes.

No existe referencias sobre la actividad o sobre la opción del pigmentante *Beta vulgaris,* sin embargo, el hallazgo de no diferenciarse estadísticamente en los tratamientos en estudio puede llegar a pensar que el hecho de suministrar alimento comercial que ya contiene pigmentantes (aunque artificiales). En un trabajo realizado en peces se señala que la pigmentación adquirida por estos puede lograrse después de un tiempo del suministro de beterraga.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones del presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. Los tratamientos con tres niveles de harina de betarraga (20 g, 30 g y 40 g) para los pollos vivos en estudio no presentan diferencias significativas con respecto al: color de patas, color de cresta, apariencia general y color de pico, tampoco presentaron diferencias significativas para los puntajes de evaluación; con excepción al brillo de plumas, que si presentó diferencias significativas entre tratamientos.

2. Los tratamientos con tres niveles de harina de betarraga (20 g, 30 g y 40 g), para los pollos beneficiados, no mostraron diferencias significativas en las variables: color de grasa, color carne, porcentaje de carne y textura de carne.

3. Los tratamientos con tres niveles de harina de betarraga (20 g, 30 g y 40 g), no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$), para la evaluación de las características organolépticas de la carne de pollos en estudio con respecto al: sabor y olor de carne, tampoco se observaron diferencias significativas para los puntajes, mientras que en la variable olor de carne se obtuvo el mayor puntaje en la respuesta buena, sin diferenciarse del puntaje regular; pero presentando diferencias significativas en los puntajes muy buena y muy mala.

4. Para la ganancia de peso en los pollos en estudio, se logró mayores promedios en el tratamiento con alimento comercial + 40 g de harina de beterraga.

VII. RECOMENDACIONES.

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Utilizar la incorporación de 40 g de harina de beterraga en el alimento comercial, para la producción de pollos de carne.

2. Realizar trabajos de investigación, incorporando mayores niveles de harina de beterraga.

3. Al margen de la coloración de las características externas, internas y las características organolépticas, se recomienda el uso de niveles de 40 g de harina de beterraga para obtener mejores ganancias de peso en los pollos de carne.

VIII. LITERATURA CITADA.

Aceituno, V. (2010). *Propiedades de colorantes naturales secados con técnicas alternativas a nivel laboratorio como alternativa al FD&C rojo No 40 en alimentos*. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Pp. 01-341.

Alonso, J. (1998). Tratado de fitomedicina: Bases clínicas y farmacológicas. Buenos Aires: Isis Ediciones. Pp. 998-1002.

Araujo, L. (1998). *Avaliaçao do desempenho e rendimento de carcaça de fragos de corte submetidos a dietas com altos níveis de energia, metionina + cistina e Lisina na fase final de criação*. Dissertação de mestrado em zootecnia, UNESO. Jaboticabal.

Bischoff, J. (1876). *Extracción y caracterización de los pigmentos naturales presentes en beta vulgaris (remolacha) para la propuesta de una formulación cosmética y evaluación de su estabilidad fisicoquímica y microbiológica*. Tesis

Cisneros, J. (2012). *El pollo de carne: sistemas de explotación y técnicas de producción*. Madrid: Mundiprensa, 349 p.

Cobb – Vantress (2008). “Guía de manejo de pollos de engorde”. Arkansas, Estados Unidos. 220 p.

Damrom, S. (2002). *Nutrición para pequeñas parvadas de pollos.* Universidad de la Florida- Instituto de Ciencias Alimentarías y Agrícolas, 190 Pág.

Ensminger, M. (1978). Alimentación de corrales en alimentos y nutrición de las aves. 104 p.

FAO. (2002). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2002. Boletín Informativo Nº 17.

FEDNA. (2002). *Programa de alimentación en broilers y pollo alternativo*. Mejía Lequerica 22-24. Barcelona. 186 p.

FEDNA. (2008). *Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal.* Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de postura. 31-45.

Fellows, M. (1994). *Tecnología del Procesado de Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 491-498.

Franco, M. (2004). *Caracterización parcial del pigmento rojo del fruto de la jiotilla (Escontria chiotilla); una cactácea subexplotada.* Tesis Maestra en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Pp. 06-70.

García, V. (2008). *Evolución de compuestos funcionales durante la*

maduración de frutos de Opuntia stricta. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia. Pp. 09-31.

Hencken, W. (1992). *Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation*.PoultrySci.p.711. Disponible en: http://www.japr.oxfor djournals. org/content/8/4/472.full.pdf. Acceso el20 de diciembre del2015.

INFOAGRO (2010). Boletín Estadístico Agropecuario. Edición Nº 26. 210 p.

Jaime, R. (2016). *Efecto de la harina de achiote (bixa orellana l.) en la pigmentación de pollos de carne COBB-500.* Tesis para optar el título de Médico veterinario y zootecnista. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Pp. 08-29.

Kujala, T. (2001). *Betalains and phenolics in red beetroot (Beta vulgaris) peel extracts: extraction and characterisation. Z*. Naturforsch. 2001; 56 (5-6): 343-348.

Lock, O. (1997). *Colorantes Naturales*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial. Perú. Pp. 119-133.

Márquez, E. y García, Y. (2007). *Colorantes naturales de origen vegetal. Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. 17(1). Pp. 68-74.

Mayer, F. (1950). *La química de las materias colorantes naturales. Constitución, propiedades y correlaciones biológicas de los pigmentos naturales importantes*. Madrid: Aguilar. Pp. 30-100.

Mayrock, H. (2014).Pigmentos naturales para colorear pollos, huevos, camarones. Perú. Disponible en: http://www.montana.com.pe/pigmentantes.html. Acceso el 04 de enero del2016.

Montiel, R. (2010). *Estudio preliminar de los pigmentos presentes en cáscara de pitaya (Stenocereus stellatus) de la región mixteca.* Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. México. Pp. 07-29.

Morales, P. (1995). Cultivo de remolacha. Boletín técnico No 22. Fundación de desarrollo agropecuario, INC. Santo Domingo, República Dominicana.

NCR. Nutrient Requirements of Poultry. (1994). National Academy Press. Washington.

Poehlman, P. (1998). *Manual de Producción Avícola.* Editorial el Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. 45 p.

Rhone, P. (1993). Nutrition Guide, 2nd ed. Rhone Poulenc Animal Nutrition, Antony, France. 254 p.

Rodonke, K. (2001). Avicultura professional. Editorial Omega. Volumen 9. 3200 Pp. 245-264.

Sánchez, N. (2006). *Extracción y caracterización de los principales pigmentos del Opuntia joconoste* c.v. (Xoconostle). Trabajo de graduación. Maestro en Tecnología Avanzada. México. Pp. 14-21.

Soares, M. (1981). Rendimiento en canal en pollos de engorda bajo restricción alimenticia. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 22. Saltillo, Coahuila, México.

Sturzoiu, A.; Stroescu, M.; Stoica, A.; Dobre, T. (2011). *Betanine extraction from Beta vulgaris – experimental research and statistical modeling. Scientific Bulletin.* 73(1). Pp. 145-156.

Thimmaraju, R. (2005). *Genetically transformed root cultures of red beet (Beta vulgaris L.) for the production of food, colour and peroxidase.* Tesis Doctoral de Filosofía en Biotecnología. Universidad de Mysore. India. Pp. 11-28.

Universidad Nacional de Ucayali. (2015). Datos meteorológicos. Estación Meteorológica.

Watson, J. y Gabelman, W. (1982). *Seasonal changes and cultivar differences in pigment concentrations and percent dissolved solids in roots of table*

beets. J. Amer. Soc. Hort Sci. 107:713-716.

Wohlpart y Mabry (1968). Efficiency studies of a continues diffusion apparatus for the recovery of betalaines from the red table beet. J. Food Sci. 44: 208-212.

Yanchapanta, D. (2011). *Obtención de un colorante natural la betalaina a partir de la remolacha (Beta vulgaris) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad.* Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Pp. 15-37.

Zaviezo, D. (2000). Influencia de algunas características de composición de ingredientes alimenticios en la productividad del broilers. VII Seminario Internacional de Producción y Patología Aviaria.

IX. ANEXO.

Cuadro 1A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 15 días.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F	Signif.
Tratamiento	3	62.62666667	20.87555556	1.35	0.3259	n.s.
Error	8	123.89333333	15.48666667			
Total	11	186.52000000				

C.V. = 2.38

Cuadro 2A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 21 días.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F	Signif.
Tratamiento	3	578.86333333	192.95444444	0.64	0.6089	n.s.
Error	8	2402.53333333	300.31666667			
Total	11	2981.39666667				

C.V. = 4.18

Cuadro 3A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 31 días.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F	Signif.
Tratamiento	3	628.35666667	209.45222222	1.17	0.3808	n.s.
Error	8	1435.92000000	179.49000000			
Total	11	2864.27666667				

C.V. = 2.17

Cuadro 4A. ANVA para la ganancia de peso de pollos a los 38 días.

Fuente de variabilidad	G.L	S.C	C.M	Fc	Pr>F	Signif.
Tratamiento	3	409.68000000	136.56000000	1.360	0.3238	n.s.
Error	8	805.86666667	100.73333333			
Total	11	1215.54666667				

C.V. = 1.23



Figura 12. Preparacion de cama de los pollos BB.



Figura 13. Recepción de los pollos BB.



Figura 14. Vacunación de pollos BB.



Figura 15. Lavado de los bebederos.



Figura 16. Soleado de beterraga fresca, picadas en rodajas.



Figura 17. Preparación de harina de beterraga.



Figura 18. Pesado de pollos.



Figura 19. Visita del Dr. Víctor Fernández Delgado, asesor de tesis.



Figura 20. Evaluación de los pollos vivos a los 45 días.



Figura 21. Visita del Ing. Luis Ángel Capuñay Benites, jurado de tesis.



Figura 22. Evaluación de pollos beneficiados.



Figura 23. Degustación de comidas preparadas con los pollos en estudio.



Figura 24. Comercialización de los pollos.