



ESTUDIO  
NUTRICIONAL DE  
LAS HOJAS DE  
GRIFO NEGRO  
(MACROLOBIUM  
BICUSPIDATUM)

## Resumen

En observaciones de campo realizadas en los Valles del Tuy se ha visto que las hojas del Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*) son muy apetecidas por las aves domésticas y su uso para la alimentación de las mismas es relativamente frecuente por los campesinos de la región.

Dado que el costo, escasez y accesibilidad de los alimentos para las aves domésticas establece un reto en la búsqueda de fuentes alternas de alimentación, que pudieran ser un soporte razonable en la cría de dichos animales, en este trabajo se evaluará la posibilidad de utilizar el Grifo Negro como fuente no convencional de proteínas, por ser esta leguminosa una especie que crece abundantemente en la zona de los Valles del Tuy y es resistente a los cambios climáticos propios de esta región de Venezuela.

En el presente trabajo, con el fin de estudiar el valor nutritivo de las proteínas de las hojas de Grifo Negro, se determinó la composición química de la Hoja de *Macrolobium bicuspidatum* (Humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo), se preparó un concentrado proteico foliar (sé licúan las hojas a pH básico, se extraen las proteínas y estas se precipitan a pH 4.5), y se efectuaron los siguientes análisis:

**Análisis Químico:** Humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda, extracto etéreo, así como también su contenido de minerales (Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio), taninos (factor tóxico).

**Ensayos Biológicos:** Digestibilidad in vivo

**Propiedades Funcionales:** Densidad proximal, Absorción de agua, Absorción de grasa, Sólidos

- Soledad R, Beatriz\*
- Adames M, José\*\*
- Luzardo, Melissa

Universidad Católica Andrés Bello\*  
Universidad Simón Bolívar\*\*

suspendidos, pH, Facilidad para humedecerse, Solubilidad.

Se obtuvo un concentrado con alto contenido de proteínas, bajo contenido de cenizas, y de una alta digestibilidad in vitro, sin embargo es necesario nuevas investigaciones in vivo para evaluar su utilización como fuente no convencional de proteínas en aves domésticas.

## I. Introducción Teórica

El ser humano, al igual que todo organismo viviente, necesita alimentos que le proporcionen energía y nutrientes necesarios para mantener vivos sus tejidos y realizar todas sus funciones corporales, debido a esta necesidad, el hombre ha buscado la manera de asegurar su sustento creando y desarrollando la agricultura y la cría de animales, comprometiéndose implícitamente a suministrarle a los animales domésticos y de manera eficiente, alimentos de adecuado valor nutritivo (8).

Se estima que cada persona requiere aproximadamente 0.9 gramos de proteínas por Kilogramo de su peso corporal por día, éstas proteínas están formadas por componentes más pequeños denominados aminoácidos. Se conocen alrededor de 20 aminoácidos, muchos de los cuales pueden sintetizarse en el organismo a partir de materiales más sencillos suministrados por los alimentos, sin embargo hay 8 aminoácidos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser ingeridos a partir de vegetales o animales, estos aminoácidos son conocidos como aminoácidos esenciales. Es por ello que no sólo la cantidad de proteínas es importante sino también es necesario que esa proteína tenga alta calidad biológica.(13)

En general el alimento de origen animal contiene un mayor equilibrio de proteínas para los seres humanos que el alimento de origen vegetal, considerándose por ello a los animales como fábricas de proteínas cuya materia prima es el alimento vegetal.

Se han realizado en los últimos años numerosos estudios utilizando fuentes no convencionales de proteínas para la preparación de alimentos para animales.(2,3,4,5,7,9,12)

Dentro de las alternativas planteadas para el empleo de fuentes no convencionales de alimentos se encuentran las proteínas marinas, microbianas y de hojas, siendo estas últimas una de las fuentes más prometedoras por su economía y abundancia.

El uso de follajes de plantas como Musáceas, Leguminosas y Gramíneas en la alimentación animal, hasta hace algunos años se destinaba a la alimentación de animales poligástricos, como el ganado bovino, ovino y caprino, sin embargo en las dos últimas décadas se ha intensificado el estudio de follajes tales como la yuca (*Manihot esculenta*) y mata de ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de monogástricos.

En este trabajo se evalúa la posibilidad de usar el Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*) como fuente no convencional de proteínas en la preparación de un alimento no convencional para las aves domésticas que posea un alto contenido de proteínas, bajo contenido de cenizas y alta digestibilidad. Se escogió a esta leguminosa por ser ésta una especie que crece en la cordillera de la costa entre los 400 y 800 metros de altura, en zonas áridas, lo que la hace una planta muy resistente al clima de la zona costera central de Venezuela. Estas hojas son producto del desmonte y presenta un alto rendimiento de materia seca por hectárea.

El Árbol crece de doce a quince metros de altura tiene ramitas glabras o casi glabras, pecíolos y pedúnculos jóvenes pubescentes, y hojuelas en 4010 pares, sésiles, oblicuas, generalmente oblongas o elíptico-lanceoladas, a veces ancho-oblongas, 1-5 centímetros de largo y 9-20 milímetros de ancho, de base asimétrica y ápice agudo o ligeramente bicuspidado, ligeramente velludas en el nervio central de ambas caras. Flores en racimos axilares o terminales. Tubo del cáliz 7 milímetros de largo, glabra; lóbulo exterior sub-orbicular, 5.5 mm de largo y 5 mm

de ancho. El pétalo es oblongo brevemente unguiculado de color rosado con los nervios oscuros, 14-16 mm de largo, tiene 3 estambres, ovario hirsuto, largamente estipitado.

Legumbre glabra, alargada, 8-13 cm de largo y 4-4.2 cm de ancho con 3 —4 semillas lisas y obovado - orbiculares, 2.5 cm de largo, 2 cm de ancho y 4 mm de grueso. Fue caracterizado por Pittier.



Figura N°1. Fotografía representativa de las hojas de Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*)

El objetivo de este trabajo es evaluar nutricionalmente a la hoja de *Macrolobium bicuspidatum*, con el fin de utilizarla como fuente no convencional de alimentos para las aves domésticas.

## II. Materiales y Métodos

### A. Estudio del Valor Nutritivo de las Proteínas de las Hojas de *Macrolobium bicuspidatum*

Con el fin de determinar la composición de la hoja de *Macrolobium bicuspidatum* se procedió a realizar los análisis de Humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo a las hojas frescas recolectadas de especies silvestres de esta planta.

#### A.1. ANALISIS QUIMICO:

- 1) La humedad se determinó por el método de desecación en estufa hasta peso constante A.O.A.0 (1)
- 2) El análisis de cenizas se determinó por el método de la A.O.A.C. (1)
- 3) El análisis de Extracto Etéreo (grasa Cruda) se determinó por el método de la A.O.A.0 (1)
- 4) Las proteínas se determinaron por el método de Kjeldahl (A.O.A.C) (1). La destilación se efectuó en una unidad de destilación del equipo BUCHI. Se tomó como factor para la determinación del de proteínas 6.25.
- 5) Determinación de Fibra Cruda. A.O.A.C.(1)

El procedimiento experimental seguido para estos análisis fue el siguiente:

#### 1) Determinación de la Humedad

El porcentaje de Humedad se determina por diferencia entre el peso de la muestra inicial y su peso luego de secar en estufa a una temperatura de 105<sup>o</sup>110 °c durante 4 horas y luego a intervalos de una (1) hora hasta alcanzar peso constante

#### 2) Determinación del contenido de Cenizas

Se calcina la muestra en una mufla a 525 °C por 2 horas y luego a intervalos de una hora, hasta llegar a peso constante.

#### 3) Determinación de Grasa Cruda (Extracto etéreo)

La muestra seca se tritura, se pesa y se coloca en un dedal, se coloca algodón dentro del dedal y se introduce en el portadedal de vidrio y se adapta al equipo

de extracción. Se extrae en reflujo continuo con éter durante 5-6 horas, se retira el dedal, se evapora el éter y se deseca a 110 °C hasta peso constante y se pesa. Se determina el porcentaje del extracto etéreo por la fórmula:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Peso extracto etéreo} * 100}{\text{Peso muestra}}$$

#### 4) Determinación de Proteínas

Se efectúa la digestión con aproximadamente 0.5 g de muestra, 0.2 g de HgO, 5.8 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 12 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado hasta alcanzar la transparencia de la muestra.

Se destila en un equipo BUCHI agregando 70 ml de agua destilada, 50 ml de NaOH al 40 % y se recoge el Nitrógeno en ácido bórico al 4 % utilizando verde de bromocresol y rojo de metilo como mezcla de indicadores.

Se titula con HCl 0.1 N

El porcentaje de Nitrógeno se determina por la siguiente ecuación:

$$\%N = \frac{V_{HCl} * N_{HCl} * 14.007 * 100}{\text{mg de muestra}}$$

El Porcentaje de proteína se determina:

$$\%P = \%N * \text{Factor} \\ (\text{Factor} = 6.25)$$

#### 5) Determinación de Fibra Cruda

Para determinar la cantidad de fibra cruda, primero se debe efectuar una extracción con éter (igual a la descrita en Grasa Cruda. Luego se calienta la muestra hasta ebullición por 30 min, en 200 ml de una solución de ácido sulfúrico (0,13 M). Se filtra y se lava con agua hirviendo. Se vuelve a calentar hasta ebullición y se lava con 200 ml de NaOH 0.13 M libre de carbonatos. Se filtra y se lava con agua hirviendo. El filtrado resultante se seca en estufa por 1 hr. A 100 °C, se pesa, se calcina, se deja enfriar en un desecador y se pesa.

El peso de Fibra cruda es la diferencia de peso entre el filtrado seco y el calcinado.

$$\% \text{ FC} = \frac{\text{peso de fibra cruda} * 100}{\text{peso muestra}}$$

## 6) Determinación de Carbohidratos

Se calcula como la cantidad necesaria para completar el 100 %:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - \% \text{ Proteínas} - \% \text{ Fibra Cruda} \\ - \% \text{ Cenizas} - \% \text{ Humedad} - \% \text{ Grasa Cruda}$$

## 7) Determinación de Minerales (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)

La muestra, para la determinación de minerales debe prepararse previamente. Se calcina 2 g de muestra seca, y en el mismo crisol se le agrega 5 ml de solución de HCl en agua 1:1 v/v, se calienta hasta sequedad en plancha eléctrica a baja temperatura y se calienta por 30 min. Añadiéndole 5 ml de la solución de HCl 1:1 v/v. Se filtra el contenido del crisol a través de un papel de Filtro Whatman 42, recogiendo el filtrado en un balón aforado de 100 ml. El papel de filtro con las cenizas insolubles se calcina en el mismo crisol utilizado previamente y se calienta con 5 ml de la solución de HCl 1:1 v/v. Se filtra y se recoge en el mismo balón aforado filtrando también las aguas de lavado del crisol. Se afora el matraz aforado a 100 ml.

Se determinaron los minerales en un espectrofotómetro marca Perkin Elmer modelo 3100. Los parámetros de operación fueron:

Tipo de llama: aire acetileno

Longitud de onda de absorción: 422.7, 769.9, 598.0, 285.2 nm; para Ca, K, Na y Mg respectivamente

Ajuste de rendija del monocromador: 0.7, 1.4, 0.4 y 0.7 nm para Ca, K, Na y Mg respectivamente

Se prepararon 5 muestras para la curva de calibración de cada mineral (500 a 1000 ppm) según el rango lineal, a partir de una solución patrón, para la calibración del equipo, se realizó la curva de calibración y lectura de las muestras, se hizo la dilución de las mismas hasta una concentración que permitiera la lectura dentro del rango de la curva de calibración.

Se reportó el % de cada mineral en la muestra.

## B. Evaluación biológica del concentrado proteico foliar de *Macrolobium Bicuspidatum*

### B.1. Preparación del concentrado Proteico Foliar

Con el fin de determinar la calidad Biológica de la hoja de *Macrolobium bicuspidatum*, se procedió a preparar un concentrado proteico de las mismas.

El método usado para su obtención es el siguiente

Se pesa 100 gramos de hojas frescas de *Macrolobium bicuspidatum*, se licúan en una licuadora con un recipiente plástico y se le agrega 1 litro de NaOH 0.0001 N.. Posteriormente se colocan bajo agitación continua por 30 minutos a temperatura ambiente. Después de la extracción el jugo es separado por filtración a través de una tela de queso.

El concentrado proteico foliar (CPF) es precipitado a pH 4,5 con HCl 3 N y se lava con agua destilada hasta la eliminación del NaCl y se seca al aire a temperatura ambiente.

### B.2. Análisis Químico:

Se le efectuaron a los siguientes análisis:

Humedad, Cenizas, Proteínas, Fibra cruda, Grasa cruda, taninos (como % de ácido tánico), minerales (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio).

### B.3. Factor Tóxico

Se estudió el contenido de taninos como factor tóxico en el concentrado ya que éste influye notablemente en el valor nutricional de las proteínas.

#### Contenido de taninos

Los taninos vegetales consisten en fenoles polihidricos naturales y son clasificados en su habilidad para precipitar ciertas proteínas. Tienen un sabor amargo y astringente y son oxidados fácilmente, particularmente por las fenolasas presentes en tejidos de plantas. Cuando estos están presentes en los alimentos pueden causar una disminución en el valor nutricional de los mismos.

El análisis de taninos se efectuó por el siguiente método:

#### Método de Price-Butler (6)

Preparación de la muestra:

Se disuelve 0.5 g de muestra en 5 ml de solvente (metanol/ HCl 97:3 v/v), se deja reposar toda la noche y se afora a 5 ml.

Se toma 0.05 ml de la muestra + 0.3 ml (11 gotas) de cada reactivo ( $\text{FeCl}_3$  y  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) y se afora a 10 ml. Se deja reaccionar por 10 minutos y se lee la absorbancia a 720 nm.

#### Curva de Calibración:

Se preparan distintas soluciones patrones con ácido tánico (0.25 g a. C. tánico / 500 ml)

Se mide la absorbancia a 720 nm.

Se expresan los resultados como equivalentes de ácido tánico (TAE) por 100 mg de muestra.

#### B.4. Propiedades Funcionales

En este trabajo se estudiaron las siguientes propiedades funcionales del CPF

- Densidad proximal:
- Absorción de agua
- Absorción de grasa
- Sólidos suspendidos
- pH
- Facilidad para humedecerse
- Solubilidad

El procedimiento experimental para cada uno de los métodos se detalla a continuación (9):

##### Densidad proximal:

Se colocan muestras previamente pesadas en un cilindro graduado y se deja caer éste diez (10) veces, desde una altura de 5 mm. Se mide el volumen y los resultados se expresan como gramos / mililitro

##### Absorción de agua

Se agrega 10 ml de agua a 1 g de muestra en un tubo de centrifuga de polipropileno. La muestra se dispersa por sonicación durante 1 minuto y se agita en un evapo-mix (Behler Instruments, Fort Lee, N.J) por 30 minutos a 24 °C, y se centrifuga a 3700 r.p.m. por 25 minutos. El agua retenida se computa como ml de agua absorbida por gramo de muestra

##### Absorción de grasa

Se agrega 3 ml de aceite de maíz a 500 mg de proteína en un tubo de centrifuga de 12 ml. El contenido se agita y se Bonifica por 1 minuto. Se agita en un evapo-mix por 30 minutos a 24 ° C y luego se centrifuga a 1610 G(3700 r.p.m.) por 25 minutos. Se mide el volumen de aceite libre y se expresa el aceite retenido como grasa absorbida en ml por gramo de proteína

##### Sólidos suspendidos

Se agita 1 g de muestra con 25 ml de agua destilada con agitador magnético por 3 horas. La suspensión se coloca en un cilindro graduado de 100 ml y se deja descansando 90 minutos o más. Se saca una alícuota de 5 ml del sobrenadante y se coloca en un plato de pesada de aluminio previamente tarado, y se deja toda la noche a 105 °C. Se determina el % de sólidos suspendidos del peso seco.

##### pH

Se le determina a una suspensión de 4 % peso/volumen (la de sólidos suspendidos "antes " del descanso)

##### Facilidad para humedecerse

Es una evaluación subjetiva basada en la extensión de la humidificación cuando se aplican partículas a un medio acuoso. Si las partículas se humedecen en menos de 30 seg. EXCELENTE; si luego de este tiempo es necesario agitación magnética: BUENA; sin embargo, si se requiere 5-10 minutos: REGULAR y cualquier período de tiempo mayor es considerado como pobre

##### Solubilidad

Se suspende 500 mg de proteína en 5 ml de agua, se agita en un Evapo-mix por 30 min a 24 °C y luego se centrifuga a 10000G por 10 minutos. Se calcula el Nitrógeno al sobrenadante por el método de Kjeldahl y se expresa como:

$$\% \text{ solubilidad} = \frac{\text{mg proteína soluble} * 100}{\text{mg proteína total}}$$

#### B.5. Composición de la Dieta:

Para la realización de la evaluación biológica se prepararon tres tipos de alimentos: uno apteico, uno control a base de caseína y otro a base del CPF del Grifo Negro.

**Tabla N° 1. Composición del alimento apteico**

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	8
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	1
Agua	5

Posteriormente, se preparó el alimento control a base de caseína, mediante incorporación de ésta a un nivel del 18% a expensa de la mezcla de almidón de maíz en la dieta libre de proteína. La composición de este alimento se presenta en la tabla N° 2.

**Tabla N° 2. Composición del alimento control**

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	8
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	1
Agua	5
Caseína	18

Para la preparación del alimento a base del CPF del Grifo Negro, este debía cumplir con las mismas proporciones del alimento control en cuanto a contenido de humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda y carbohidratos.

**Tabla N° 3. Composición del alimento con la base de CPF de Grifo Negro**

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	3.6
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	0
Agua	2.2
CPF Grifo Negro	43.4

La mezcla de sales y vitaminas se logró mediante el uso de dos complejos vitamínicos comerciales para animales y dextrosa, que aseguraron la ingesta de las proporciones indicadas en las tablas 4 y 5.

**Tabla N° 4. Requerimientos de minerales y ácido linoleico de los pollos de engorde entre 0 y 6 semanas por Kg de alimento.(10)**

Ingrediente	Cantidad
Ácido linoleico %	1.00
Calcio %	0.80
Fósforo disponible %	0.40
Potasio%	0.40
Sodio %	0.15
Cloro %	0.15
Magnesio mg	600
Manganeso mg	60
Zinc mg	40
Hierro mg	80
Cobre mg	8
Yodo mg	0.35
Selenio mg	0.15

Fuente: Merck & Co, INC (1988) Traducido por Centrum (1988) Manual Merck de Veterinaria. 3era edición en español. Madrid. España.

**Tabla N° 5. Requerimientos de vitaminas de los pollos de engorde entre 0 y 6 semanas por Kg de alimento.(10)**

Ingrediente	Cantidad
Vitamina A UI	1500
Vitamina D UIP	200
Vitamina E UI	10
Vitamina K mg	0.50
Vitamina B12 mg	0.009
Riboflavina mg	3.60
Ácido Pantoténico mg	10
Niacina mg	27.0
Colina mg	1300
Biotina mg	0.15
Folacina mg	0.55
Tiamina mg	1.8
Piridoxina mg	3.0

Fuente: Merck & Co, INC (1988) Traducido por Centrum (1988) Manual Merck de Veterinaria. 3era edición en español. Madrid. España.

## B.6. Ensayos Biológicos

### Digestibilidad in vivo

La evaluación nutricional del concentrado proteico bajo estudio fue llevada a cabo utilizando 24 pollos tipo Hubbard de engorde machos y hembras, de un día de nacidos, provenientes de una incubadora comercial. Los mismos fueron mantenidos en jaulas 8 pollos por jaula distribuidos al azar y fueron separados progresivamente hasta que el sexto día solo quedaban 2 pollos por jaula) provistas de bombillos de 100 watts para lograr una temperatura ambiental de 35 °C, las mismas estaban provistas de un bebedero y un comedero.

Durante el período de adaptación se le administró la dieta a base de caseína como fuente proteica por 14 días. Esta dieta al igual que el agua correspondiente fue suministrada "Ad Libitum"

Una vez concluido el período de acondicionamiento, 24 pollos fueron pesados y distribuidos al azar en 3 grupos con 8 pollos cada uno. Los pollos del grupo 1, control, se sometieron a una dieta de caseína como fuente proteica. Los pollos del segundo grupo consumieron raciones preparadas con el CPF de *Macrolobium bicuspidatum*, el tercer grupo se le dio dieta apteica. El experimento tuvo una duración de 10 días, en los cuales se pesaron los pollos interdiariamente, así como el alimento ofrecido y el rechazado y se recogieron las excretas de dichos pollos. Finalmente a estas excreciones se les determinó el contenido de proteínas.

Una vez finalizada la prueba, a los pollos se les cambió la dieta por alimento comercial y fueron enviados a un lugar apropiado para la cría de los mismos.

La calidad de los parámetros de proteína se determinaron de la siguiente manera:

#### Cociente de eficiencia de la proteína (PER):

$$PER = \frac{\text{Peso ganado por el animal (g)}}{\text{Peso de proteína Ingerida (g)}}$$

#### Índice de Proteína Neta (NPR)

$$NPR = \frac{\text{Ganancia peso G.P. (g)} + \text{Pérdida peso G.A. (g)}}{\text{Peso proteína consumida (g)}}$$

G.P.: Grupo protéico      G.A.: Grupo aptotéico

#### Utilización Neta de las Proteínas (NPU)

$$NPU = \frac{N \text{ ingerido} - (N \text{ excretado G.P.} - N \text{ excretado G.A.})}{N \text{ ingerido}}$$

G.P.: Grupo protéico      G.A.: Grupo aptotéico

#### Eficiencia Alimentaria (EA)

$$\%EA = \frac{\text{Peso ganado por el animal (g)} * 100}{\text{Consumo de alimento (g)}}$$

#### Conversión Alimentaria (CA)

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Peso ganado por el animal (g)}}$$

### III. Resultados y Discusión

#### A. Evaluación de la Hoja de *Macrolobium bicuspidatum*

Los resultados obtenidos según los métodos descritos en la parte experimental para el análisis proximal de las hojas frescas de *Macrolobium bicuspidatum*, se presentan en la Tabla N° 6

**TABLA N° 6. Composición porcentual de la Hoja fresca de *Macrolobium bicuspidatum***

Componente	Porcentaje Base húmeda	Porcentaje Base seca
Humedad	55.6 ± 0.8	0
Cenizas	3.6 ± 0.2	8.05
Proteínas	8.9 ± 0.8	19.96
Grasa Cruda	1.4 ± 0.1	3.11
Fibra Cruda	15.2 ± 0.5	34.3
Carbohidratos	15 ± 2	34.58

El contenido de proteínas de 19.96 % en la hoja (base seca) es un valor alentador como para considerar una posible utilización de esta hoja como fuente de proteínas.

#### B. Evaluación del concentrado de *Macrolobium bicuspidatum*

El Precipitado obtenido con el método descrito anteriormente, fue de color verde oscuro.

##### B.1. Análisis Químico

La composición proximal de dicho concentrado fue la siguiente (Tabla N° 7)

**TABLA N° 7. Composición porcentual del CPF de *Macrolobium bicuspidatum***

Componente	Porcentaje Base seca
Humedad	0
Cenizas	4.00 ± 0.04
Proteínas	41.7 ± 0.8
Grasa Cruda	10.2 ± 0.1
Fibra Cruda	3.4 ± 0.1
Carbohidratos	40 ± 2
Taninos (mg/g)	1.61 (R2 = 0.9921)

Se observa que la cantidad de proteínas en el CPF a pesar de que no llega a alcanzar valores altos como en la harina de soya (55 %), es lo suficientemente alto como para que puede ser utilizado en alimentos para animales, el contenido de fibra cruda en el concentrado es significativamente menor al que está presente en la hoja, en cuanto al valor del porcentaje de cenizas, tanto en la hoja como en el concentrado es bajo, en las hojas de plátano por ejemplo, se encuentran valores de un 10 % comparado con 8 % e

el *Macrolobium bicuspidatum*, en cuanto al contenido de taninos, este valor es bastante bajo si se compara con el de las hojas de plátano (3.68 mg/g).

## B.2. Propiedades Funcionales

A continuación se presentan los resultados obtenidos según los procedimientos descritos en la parte experimental para la determinación de las propiedades funcionales del Concentrado Proteico Foliar

**TABLA N° 8. Propiedades funcionales del CPF de *Macrolobium bicuspidatum***

Propiedad Funcional	Valor
Densidad proximal: (g/ml)	0.57
Absorción de agua ml/g muestra	2.83
Absorción de grasa ml/g proteína	4.80
Sólidos suspendidos	7.80
pH	3.98
Facilidad para humedecerse	Excelente
Solubilidad %	71.44
Color	Verde oscuro
Sabor	A hojas

En general, las propiedades funcionales que presenta el Concentrado Proteico Foliar, son buenas ya que tiene alta solubilidad en agua, tiene un pH ligeramente ácido, y alta facilidad para absorción tanto de grasas como de agua, lo que lo hace atractivo para ser incorporado en alimentos preparados.

## B.3. Contenido de minerales de las Hojas y del CPF de *Macrolobium bicuspidatum*

En la tabla N° 9 se presenta el contenido de Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio tanto de las hojas como del CPF de Grifo Negro.

**TABLA N° 9 Contenido de Minerales de las hojas y del CPF de *Macrolobium bicuspidatum***

Componente	Hojas	Concentrado	Requerimientos <sup>1 (11)</sup>
Calcio (mg/ 100 g muestra seca)	1800	1400	1000
Magnesio (mg/ 100 g muestra seca)	580	476	60
Sodio (mg/ 100 g muestra seca)	39	42	150
Potasio (mg/ 100 g muestra seca)	130	170	400

1 Tomado de : NRC 1984. Nutrient requirements of poultry. 8th Rev. Edition National Academy Press. Washington, DC

Se puede observar que los valores obtenidos de Calcio son bastante elevados, tanto en el concentrado proteico foliar como en las hojas de *Macrolobium bicuspidatum*, como valor de referencia se tiene que la leche en polvo posee 950 mg de Calcio por cada 100 g de leche en polvo y según el Instituto Nacional de Nutrición el requerimiento de ingesta diaria es de 500 mg de Ca, por lo que esta hoja presenta niveles de Calcio que la hacen interesante desde el punto de vista nutricional, esto mismo se evidencia en los requerimientos nutritivos para aves 1, encontrándose que en las hojas el valor obtenido es casi al doble del requerido.

El contenido de sodio tanto en las hojas como en el concentrado es bastante bajo, un valor alto de este mineral puede causar daños renales e hipertensión arterial a los animales.

El contenido de magnesio es bastante elevado tanto en las hojas como en el concentrado, encontrándose aproximadamente entre 7 y 8 veces superior a los requerimientos para aves.

## B.4. Ensayos Biológicos: Digestibilidad in vivo

En la prueba de digestibilidad in vivo, luego del período de adaptación de 14 días, los pesos promedios iniciales fueron similares, oscilando entre 60 y 67 g. El experimento tuvo una duración de 10 días en los cuales se reportaron 10 animales muertos: en el grupo con una dieta a base del concentrado, murieron tres pollos el primer día, tres el segundo día y dos el tercer día; en el grupo apteico murió un animal en el séptimo día de experimentación y en el grupo control murió uno en el noveno día, culminando el experimento con 7 pollos en los grupos control y apteico y ninguno en el grupo alimentado con CPF de *Macrolobium bicuspidatum*.

En la Tabla N° 10, se detallan los valores obtenidos para el peso inicial, final y ganado en los grupos control, apteico y con CPF, así como del consumo de alimentos y proteínas medios, (de siete pollos y 10 días para grupos control y apteico y cinco pollos por dos días con el grupo alimentado con CPF)



**TABLA N° 10. Valores promedios de las variables medidas de los tres grupos de experimentación**

<b>Variabes</b>	<b>Control</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Aproteico</b>
Peso inicial (g)	62 ± 1	64 ± 1	65 ± 1
Peso Final (g)	146 ± 4	60 ± 2	56 ± 3
Peso ganado (g)	84 ± 5	-4 ± 2	-9 ± 4
Consumo de Alimento (g)	172 ± 6	15 ± 3	120 ± 5
Consumo de Proteínas (g)	31 ± 1	2.7 ± 0.5	0

Estos valores no son aceptables desde el punto de vista estadístico ya que la población estadística requerida es de 8 pollos por grupo y por un período de tiempo aproximado de dos semanas, sin embargo sirven para indicar una tendencia e indicar comparaciones.

Con relación al crecimiento y el aumento de peso de los animales, se observó que la incorporación total del concentrado de *Macrobium bicuspidatum* en las raciones para pollos de engorde causó primeramente la pérdida de peso, y luego la muerte de los animales. Los pollos alimentados con la dieta aproteica también experimentaron la pérdida de peso pero solo se presentó la muerte de uno de los animales, y finalmente, los pollos del grupo control lograron un buen crecimiento.

Es de hacer notar que el alimento preparado con CPF de Grifo Negro, tenía una apariencia física muy distinta al del alimento control, mientras el primero era un alimento duro, sabor a hojas, de color verde y granulado, el segundo era color crema, menos compacto y en pequeñas pastillas, posiblemente esta discrepancia en apariencia y sabor pudo afectar el consumo de alimento y de proteínas, tal como se observa en la ingesta de alimentos de los animales presentada en la tabla.

En la Tabla N° 11 se reportan los valores promedios obtenidos para la Eficiencia Alimentaria (EA), la Conversión Alimentaria (CA), el Coeficiente de Eficiencia Proteica (PER), el índice de Proteína Neta (NPR) y la Utilización Neta de Proteínas (NPU) (de siete pollos y 10 días para grupos control y aproteico y cinco pollos por dos días con el grupo alimentado con CPF).

Estos valores tampoco son aceptables desde el punto de vista estadístico, sin embargo sirven para indicar una tendencia e indicar comparaciones.

La Eficiencia Alimentaria del grupo control fue de 49 %, sin embargo tanto para el grupo aproteico como para el grupo con CPF, los valores fueron negativos, esto era lo esperado para el grupo aproteico pero no para el grupo con CPF de Grifo Negro.

Con relación a la Conversión Alimenticia los valores obtenidos para el grupo aproteico y el CPF, indican que el alimento no es apropiado para los pollos y que no logrará el engorde ni el crecimiento de los mismos.

Los índices PER y NPR son métodos que miden el crecimiento con relación a la proteína cruda y no discrimina si el crecimiento se debe a un aumento de proteína o grasa corporal, mientras que a través del NPU se mide la proteína retenida con relación a la proteína consumida.

**Tabla N° 11. Valores promedios obtenidos de los tres grupos de experimentación (EA, CA, PER, NPR, NPU).**

<b>Variabes</b>	<b>Control</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Aproteico</b>
Eficiencia Alimentaria (%)	49 ± 1	-8 ± 1	-4 ± 1
Conversión Alimenticia	2.1 ± 0.4	-12.5 ± 0.2	-21 ± 3
Coeficiente de Eficiencia Proteica (PER)	2.7 ± 0.5	-0.4 ± 0.2	-----
Índice de Proteína Neta (NPR)	2.9 ± 0.6	-0.03 ± 0.03	-----
Utilización Neta de Proteínas (NPU)	82 ± 1	28.0 ± 0.5	-----

Los valores de PER y NPR para el grupo control de 2.7 y 2.9 respectivamente, se encuentran dentro del rango de valores esperados. Para el grupo que consumió concentrado fueron de -0.4 y -0.03 respectivamente, indicando la deficiencia del alimento.

En cuanto a la Utilización Neta de las Proteínas (NPU), el valor obtenido para dieta control reportó un valor de 82 %, lo cual se encuentra de los valores esperados, y el valor encontrado para el CPF de 28 es muy bajo y corrobora la deficiencia del alimento.

#### IV. Conclusiones

Con base a los resultados anteriores se puede concluir lo siguiente:

1. Las Hojas de Grifo Negro tienen un alto contenido de Proteínas y de Calcio, lo que constituye un resultado alentador para que sea utilizada como una fuente de Proteínas y Calcio para alimentos para animales.

2. Las propiedades funcionales y la alta concentración de Proteínas, Calcio y Magnesio en el Concentrado Proteico Foliar pareciera indicar su utilización como fuente alterna de alimentación.

3. La apariencia física, color y sabor del alimento preparado con CPF de Grifo Negro, pudo afectar el consumo de alimento y de proteínas de los pollos, y por ende el crecimiento de los animales.

4. Los resultados biológicos obtenidos del alimento preparado con el CPF de Grifo Negro, afectaron considerablemente los parámetros productivos, los índices de calidad proteica, el crecimiento y el aumento de peso de los animales en experimentación, hasta el punto de ocasionarles la muerte.

5. No se tuvo la posibilidad de examinar a los pollos post-mortem, para evaluar la causa exacta de la muerte de los animales, por lo que existen factores tales como agentes tóxicos, cambios de temperatura o ruidos, que pudieron afectar el crecimiento de los mismos.

#### V. Bibliografía

1.- A.O.A.C, "Official methods of Analysis". Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1990

2.- Taehee R. Kim, Andrzej Pastuszyn, Dorothy J. Vanderjagt, Robert S. Glew, Mark Millson, Robert H. Glew . "The Nutritional Composition of Seeds

from *Boscia senegalensis* (Dilo) from the Republic of Niger" *Journal of Food Composition and Analysis*, y 10, n 1, p73- 81. Marzo 1997

3. R. Avallone, M. Plessi, M. Baraldi, A. Monzani, "Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins" *Journal of Food Composition and Analysis*, y 10, n 2, , p166-172, Junio 1997.

4. Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino Moreno, Esteban Escamilla Prado, Manuel Alvarado Perez, Jaime Lagunez Otero, Oralia Ladron de Guevara. "Nutritional Value of Edible Insects from the State of Oaxaca, Mexico" *Journal of Food Composition and Analysis*, v 10, n 2, , p142-157, Junio 1997.

5. Herrera, J. C y Rosas Romero, A. J. "Biological evaluation of Plantain (*Musa paradisiaca*) Leaf Protein Concentrate" *Italian . J. Food Sci*, Vol II, N° 2, p 89-95, 1990.

6. Price, M. L y Butler, L G, *Nutr Rep Int.* 17 229 (1978)

7. Chacón, M; Acosta, I y Monsalve, D. "El mata ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de pollos de engorde". Resúmenes del VIII Congreso venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros. Edo. Guárico. Venezuela. 1994

8. Dale, N y Schutza, J "La Industria del Pollo en Venezuela". Venezuela Avícola. 1993

9. Dominguez, M. J. Rosas Romero A." Mejoramiento de un concentrado de proteínas de hojas y tallos de la planta de arveja (*Pisum Sativum*) y su evaluación nutricional con pollos tipo HUBBARD de engorde. "Acta Científica Venezolana. 1984

10. Merck & Co, INC. Traducido por Centrum "Manual Merck de Veterinaria. 3ra Edición en Español. Madrid, España. 1988

11. NRC. "Nutrient requirements of poultry" 8 th Rev. Edition. National Academy Press. Washington, DC, 1984.

12. Vásquez, P.C. "Uso de la harina de rabo de ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de pollos de engorde. Resúmenes del VII Congreso venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros. Edo. Guárico. Venezuela. 1994

13. La Ciencia aplicada al estudio de los alimentos, V.L. Brownsell, C: J: Griffith, E. Jones. Editorial Diana, S. A., Primera edición, Mexico, DF, 1993.