

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE HARINAS DE VIGNA: DE FORRAJES, INTEGRALES Y DE GRANOS¹

Production and bromatological composition of *Vigna* flour meals: forage, integral, and grain

María F. Díaz², C. Padilla², A. González² y C. Mora²

ABSTRACT

In a split plot design with four replicates, the performance of five *Vigna unguiculata* varieties (V. white, V. black, Habana 82, Viñales 144A and INIFAT 93), and a variety of *V. radiata* (V. green) were evaluated for the production of grain meal, forage (flowering) meal and integral meal (plants with milky pods). Their bromatological composition and anti-nutritional factors (tannins and trypsin inhibitors) were determined. In forage meals, the V. white variety reached the highest ($P < 0.01$) yields (4.83 t DM ha⁻¹ with 17.01% PB), followed by Habana 82 (3.92 t DM ha⁻¹ with 20.05% CP). In integral meals, Habana 82 exhibited the highest values (6.32 t DM ha⁻¹ with 17.36% PB), followed by the V. white (5.67 t DM ha⁻¹ with 15.16% CP). In grain meals, the V. green variety had the lowest ($P < 0.01$) yield (0.51 t ha⁻¹), followed by the white variety (0.93 t ha⁻¹), while the rest reached more than one t ha⁻¹, without significant differences. The grain meals were characterized by their high ($P < 0.001$) protein content, ranging from 24.78% in the green variety to 28.28% in Habana 82, and for their low ($P < 0.01$) content of crude fiber (5.36-7.21%) and anti-nutritional factors (0.24-0.37% tannins and 0.90-1.35 mg g⁻¹ of trypsin inhibitors). In terms of agronomic yields, the most promising varieties in forage and integral meal production were V. white and Habana 82, and in grain production the INIFAT 93 variety had a grouped maturity and a shorter agronomic cycle.

Key words: *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata*, yields, quality, anti-nutrients, cowpea.

RESUMEN

En un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones se evaluó el comportamiento de cinco variedades de *Vigna unguiculata*: V. blanca, V. negra, Habana 82, Viñales 144A e INIFAT 93) y una variedad de *V. radiata* (V. verde) en producción de harinas de granos, harinas de forrajes (floración) y harinas integrales (plantas con vainas en estado lechoso). Se determinó su composición bromatológica y contenido de factores antinutricionales (taninos e inhibidores de tripsina). V. blanca alcanzó los mayores ($P < 0,01$) rendimientos de harina de forrajes (4,83 t MS ha⁻¹ con 17,01% PB), seguida por Habana 82 (3,92 t MS ha⁻¹ con 20,05% PB), mientras en harinas integrales fue mayor Habana 82 (6,32 t MS ha⁻¹ con 17,36% PB), seguida por V. blanca (5,67 t MS ha⁻¹ con 15,16% PB). En harina de granos el menor ($P < 0,01$) rendimiento lo presentó V. verde (0,51 t ha⁻¹), seguido por V. blanca (0,93 t ha⁻¹), mientras el resto de las variedades alcanzaron más de 1 t ha⁻¹, sin diferencias entre ellas. Las harinas de granos se caracterizaron por su alto ($P < 0,001$) contenido proteico, desde 24,78% en V. verde hasta 28,28% en Habana 82, y por su bajo contenido ($P < 0,01$) de fibra bruta (5,36-7,21%) y de factores antinutricionales (0,24-0,37% tanino y 0,90-

¹Recepción de originales: 12 de junio de 2001 (reenviado).

²Instituto de Ciencia Animal, Apdo 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. E-mail: ica@sj.esihabana.cu

1,35 mg g⁻¹ de inhibidores de tripsina). Por los rendimientos agronómicos alcanzados en producción de harinas de forrajes e integrales, las variedades V. blanca y Habana 82 serían las más promisorias, y en producción de grano la variedad INIFAT 93, por presentar maduración agrupada y ciclo agronómico más corto.

Palabras clave: *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata*, rendimientos, calidad, antinutrientes, caupí.

INTRODUCCIÓN

La viga (*Vigna unguiculata*) es una leguminosa de ciclo corto, cuyo hábito de crecimiento varía de erecto a voluble, presenta preferencia por el clima tropical y subtropical, y soporta temperaturas elevadas en zonas secas con buena producción de biomasa (Legel, 1990; Skerman, 1991).

Se caracterizan por múltiples usos, tales como abono orgánico, rotación de cultivos para contribuir a la fertilidad del suelo; pueden crecer puras o asociadas con gramíneas o leguminosas (Calegari, 1995; García *et al.*, 1996). Sus granos y forrajes son de elevado valor nutritivo (Prinyawiwatkul *et al.*, 1996; Nielsen *et al.*, 1997), por lo que constituyen una opción de singular importancia en sistemas de integración agrícolas-ganaderos sobre bases sostenibles.

En Cuba diferentes entidades científicas han trabajado en la introducción y obtención de variedades de viga, genéticamente mejoradas, cuyas tecnologías de producción se encuentran en fase de generalización (Cañet, 1994).

El germoplasma con que cuenta el país y sus posibilidades agronómicas y nutricionales brindan la posibilidad de que estas plantas sean utilizadas como alimento animal. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de variedades de viga para la producción de harinas de forrajes, harinas integrales y harinas de granos, así como determinar su composición bromatológica y contenido de factores antinutricionales (taninos e inhibidores de tripsina).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó un diseño de parcela dividida con cuatro repeticiones. Las parcelas principales consistieron en 5 variedades de *Vigna unguiculata*: V. blanca, V. negra, Habana 82, Viñales 144A e INIFAT 93, y una variedad de *V. radiata* (V. verde); las subparcelas correspondieron a tres momentos de cosecha en diferentes estadios del ciclo biológico de la planta: floración, desarrollo integral plantas con vainas en estado lechoso (harina integral), y grano seco (harina de grano).

El experimento se sembró en un suelo Ferrálico rojo típico, equivalente al subtipo Cambisol ferrálico ródico de la clasificación FAO-UNESCO (Instituto de Suelos, 1999), en el mes de junio de 1997. Las subparcelas fueron de 6 m de largo x 4,9 m de ancho, con distancia entre surcos de 70 cm; se cosecharon 17,5 m² por parcela al eliminar el efecto de borde. La dosis de siembra empleada fue de 25 kg de semilla pura germinable (SPG) ha⁻¹; las semillas fueron inoculadas en el momento de la siembra con la cepa de *Rhizobium* ICA-603 específica para viga. Para el control de malezas se utilizó Triflurarina como herbicida preemergente (Treflán 2 L ha⁻¹ del producto comercial) antes de la siembra, e incorporado con pase de grada. A los 25-30 días posteriores a la germinación se pasó el cultivador para evitar que el campo comenzara a infestarse con malas hierbas.

Harina de forrajes: se realizó el corte manual a 5 cm sobre el nivel del suelo, cuando el 100% de la parcela se encontraba florecida.

Harinas integrales: se obtuvo al cortar la parcela, cuando 100% de sus plantas presentaban vainas y 50% de las vainas estaban en estado lechoso (plantas cuyas vainas no han alcanzado la madurez de sus granos).

Harina de granos: la cosecha de los granos se realizó arrancando en forma manual las plantas cuando 95% de las vainas se encontraban secas, y los granos no presentaban más de 14% de humedad, para la variedad INIFAT 93 de maduración agrupada. En el resto de las variedades, de crecimiento indeterminado, se realizaron 2 a 3 cosechas y se tomó como criterio para la primera 80% de las vainas maduras dentro de la parcela experimental (Cañet, 1994). Una vez efectuada la cosecha, las plantas fueron colocadas sobre el surco, posteriormente, el mismo día o al día siguiente, se efectuó la trilla sobre mantas de yute con el uso del tractor. La limpia se realizó en una máquina beneficiadora experimental, y los granos fueron expuestos durante uno o dos días al sol para reducir su humedad hasta 10-12%, y luego se procedió a su almacenaje a temperatura entre 4-10 °C y humedad relativa inferior a 45%.

Para la confección de las harinas, las producciones de las parcelas experimentales cosechadas fueron pesadas para determinar su rendimiento y se tomaron muestras de 2 kg, que se secaron en estufa a 60 °C durante 72 h, hasta alcanzar peso constante. Posteriormente el material secado fue molido en un molino martillo Culatte typs MFC con un tamiz de 1 mm de diámetro.

El análisis bromatológico incluyó materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), ceniza y minerales según AOAC (1995) y proteína verdadera (PV) por el método de Berstein *et al.*, (1983), citado por Meir (1986). El contenido de tanino se determinó por la Norma Francesa (AFNOR, 1985), y los inhibidores de tripsina por la metodología propuesta por Mulimani y Paranjyothé (1993).

Los resultados se expresaron en base seca y se realizó análisis de varianza y se aplicó la prueba

de rangos múltiples de Duncan (1955) para la comparación de las medias.

RESULTADOS

Hubo interacción para todos los indicadores agronómicos y bromatológicos empleados, lo que permitió analizar las variedades de vinya evaluadas para las diferentes variantes de harinas por separado.

En la Figura 1 se representan los rendimientos de harinas de forrajes, integrales y de granos obtenidos para las variedades de vinya evaluadas.

Harina de forrajes: este estadio se alcanzó entre los 40 y 50 días posteriores a la germinación. La variedad INIFAT 93 resultó la más precoz, y Habana y Viñales 144A las más tardías. La variedad V. blanca alcanzó los mayores ($P < 0,01$) rendimientos de forrajes (4,83 t MS h⁻¹), seguida por Habana 82 (3,92 t MS h⁻¹) y V. negra (3,63 t MS h⁻¹), mientras que V. verde presentó el comportamiento menor (1,09 t MS h⁻¹). En el Cuadro 1 se muestra la superioridad ($P < 0,01$) en proteína bruta de las variedades de *V. unguiculata* con respecto a V. verde. No se encontró variación con relación al contenido de PV y EE. Los mayores valores de FB ($P < 0,05$) se obtuvieron para V. negra, V. blanca y Viñales 144A; mientras las cantidades de ceniza fueron superiores ($P < 0,01$) en V. verde y V. negra. En los minerales no se encontraron diferencias para P; el Ca fue superior ($P < 0,01$) para V. negra sin diferir de Viñales 144A. V. verde presentó el contenido más elevado ($P < 0,01$) de K, seguida por V. negra e INIFAT 93; mientras el Mg fue superior ($P < 0,01$) en Habana 82 sin diferir de V. negra e INIFAT 93.

Harinas integrales: entre los 50 y 60 días se alcanzó esta fase del ciclo biológico para todas las variedades, con excepción de Habana 82 (86 días). Las variedades Habana 82 y V. blanca alcanzaron los mayores ($P < 0,01$) rendimientos (6,32 y 5,67 t MS ha⁻¹, respectivamente). Las variedades Viñales 144A y Habana 82

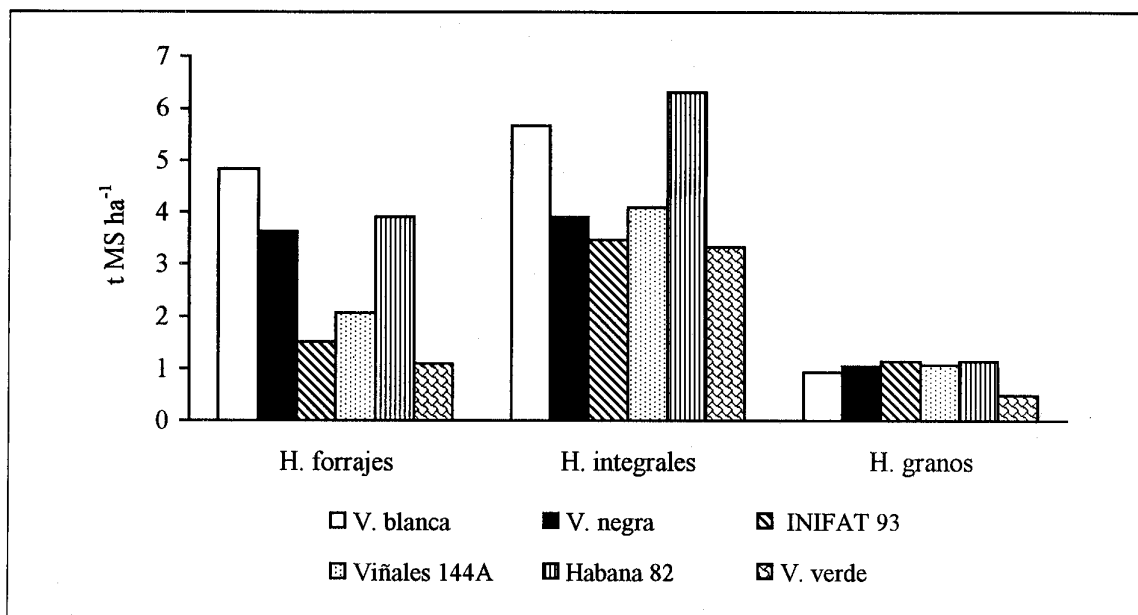


Figura 1. Rendimiento de harinas de forrajes, integrales y de granos en variedades de *Vigna unguiculata*.
Figure 1. Yields of forage, integral and grain flour meals of varieties of *Vigna unguiculata*.

Cuadro 1. Composición bromatológica de harinas de forrajes de vigna (%).
Table 1. Bromatological composition of vigna forage flour meals (%).

Variedades	PB	PV	FB	EE	CENIZA	P	Ca	K	Mg
V. blanca	17,01ab	12,77	31,84a	2,09	9,36c	0,35	1,73bc	1,82c	0,52b
V. negra	18,20a	13,86	35,19a	2,70	10,51b	0,30	2,14a	2,05bc	0,59ab
V. verde	13,65b	11,54	25,35b	1,78	11,73a	0,32	1,79bc	3,32a	0,52b
INIFAT 93	16,05ab	11,80	26,41b	2,49	9,27c	0,30	1,62c	2,35b	0,62ab
Habana 82	20,05a	14,00	25,56b	2,58	8,50c	0,32	1,59c	1,70c	0,70a
Viñales144A	18,14a	13,60	33,39a	2,32	9,42c	0,35	1,93ab	1,75c	0,55b
ES ±	0,70**	0,59	1,15*	0,22	0,19**	0,05	0,08**	0,12**	0,30**

Medias con letras diferentes en cada columna difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

PB: proteína bruta, PV: proteína verdadera, FB: fibra bruta, EE: extracto etéreo, P: fósforo, Ca: calcio, K: potasio, Mg: magnesio, ES: error estándar

* $P = 0,05$; ** $P = 0,01$.

presentaron los contenidos más elevados ($P < 0,01$) de PB y PV (Cuadro 2). V. verde obtuvo el valor más bajo ($P < 0,001$) de fibra, mientras la variedad Habana 82 presentó el mayor ($P < 0,01$) contenido de EE, sin diferir de INIFAT 93. El menor tenor de ceniza lo alcanzó ($P < 0,001$) INIFAT 93, seguida por Habana 82. V. blanca presentó el mayor ($P < 0,01$) porcentaje

de P, mientras Viñales 144A, seguida por V. verde revelaron los mayores ($P < 0,001$) contenidos de Ca. El K fue superior ($P < 0,001$) para V. verde y V. negra y en Mg los mayores ($P < 0,05$) porcentajes fueron alcanzados por las variedades INIFAT 93 y V. blanca, sin diferir de V. negra y Viñales 144A.

Cuadro 2. Composición bromatológica de harinas integrales de vigna (%)
Table 2. Bromatological composition of vigna integral flour meals (%)

Variedades	PB	PV	FB	EE	CENIZA	P	Ca	K	Mg
V. blanca	15,16bc	11,54b	36,22a	1,50d	8,29b	0,41a	1,22d	1,90bc	0,72a
V. negra	16,15bc	11,54b	37,30a	2,16bcd	9,18a	0,24d	1,74b	2,23ab	0,62ab
V. verde	13,39d	9,88c	28,31d	1,59cd	9,55a	0,33b	1,80ab	2,56a	0,44b
INIFAT 93	14,91cd	10,11c	32,18c	2,85ab	7,93c	0,28cd	1,46c	1,03d	0,45b
Habana 82	17,36ab	13,21a	35,18ab	3,13a	7,76bc	0,30bc	1,66b	1,75c	0,78a
Viñales 144A	18,14a	13,60a	33,17bc	2,32bc	9,42a	0,35b	1,93a	1,58c	0,62ab
ES ±	0,48***	0,36***	0,72***	0,4**	0,18***	0,01**	0,05***	0,01***	0,06*

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren a $p < 0,05$ (Duncan 1955).

PB: proteína bruta, PV: proteína verdadera, FB: fibra bruta, EE: extracto etéreo, P: fósforo, Ca: calcio, K: potasio, Mg: magnesio.

*P = 0,05; **P = 0,01; ***P = 0,001.

Harina de granos: el momento de cosecha de los granos se alcanzó entre los 65 y 75 días, con excepción de Habana 82 que lo alcanzó a los 102 días. El menor ($P < 0,01$) rendimiento de grano lo presentó V. verde ($0,51 \text{ t ha}^{-1}$), seguido por V. blanca ($0,93 \text{ t ha}^{-1}$), mientras el resto de las variedades alcanzaron más de 1 t ha^{-1} , sin diferencias entre ellas. El contenido de PB varió ($P < 0,001$) de 24,7% para V. verde hasta 28,28% para Habana 82, mientras la PV osciló ($P < 0,01$) de 24,37% para Viñales 144A a 25,51% para Habana 82. V. negra presentó los mayores

($P < 0,001$) valores de FB y ceniza; mientras la variedad INIFAT 93 fue superior ($P < 0,001$) en EE. En minerales V. blanca alcanzó ($P < 0,001$) los mayores porcentajes de P, Ca y K, y la variedad Viñales 144A superó en contenido de Mg al resto de las variedades (Cuadro 3).

Con relación a los factores antinutricionales no se encontró diferencia para las variedades estudiadas, al oscilar entre 0,22 a 0,37% de taninos totales y 0,99 a $1,35 \text{ mg g}^{-1}$ de inhibidores de tripsina.

Cuadro 3. Composición bromatológica de harinas de granos de vigna (%)
Table 3. Bromatological composition of vigna grain flour meals (%)

Variedades	PB	PV	FB	EE	CENIZA	P	Ca	K	Mg
V. blanca	26,09cd	25,21ab	5,36d	2,11b	5,01b	0,63a	0,59a	2,29a	0,34b
V. negra	25,56d	24,58c	8,12a	1,57c	5,32a	0,50c	0,32b	0,94e	0,25cd
V. verde	24,78e	24,72bc	5,59d	1,72c	4,20d	0,55b	0,33b	1,75b	0,22d
INIFAT 93	27,72b	24,87bc	6,40c	2,83a	4,02d	0,44d	0,34b	1,42c	0,28bc
Habana 82	28,28a	25,51a	7,21b	1,83bc	4,53c	0,59b	0,32b	1,22d	0,29bc
Viñales 144A	26,28c	24,37c	5,59d	1,95bc	4,54c	0,49c	0,28c	1,56c	0,45a
ES ±	0,16***	0,19**	0,10***	0,11***	0,06***	0,01***	0,01***	0,05***	0,01**

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955).

PB: proteína bruta, PV: proteína verdadera, FB: fibra bruta, EE: extracto etéreo, P: fósforo, Ca: calcio, K: potasio, Mg: magnesio.

*P = 0,05; **P = 0,01; ***P = 0,001.

DISCUSIÓN

Las producciones de harinas de forrajes e integrales mostraron variabilidad en los rendimientos, que pudo estar dada por la marcada variación en el inicio y final del período reproductivo de estas leguminosas (Summerfield *et al.*, 1985).

Cultivares de maduración agrupada como la variedad INIFAT 93 florecen a los 30-35 días posteriores a su germinación, y presentan una limitada capacidad para seguir creciendo una vez que comienza su período de floración, lo que explica su bajo rendimiento en producción de forraje. Por otra parte, variedades de crecimiento indeterminado y ciclo reproductivo más largo (70-80 días) como Habana 82, Vigna blanca y Viñales 144A aportan rendimientos de hasta 5 t MS ha⁻¹. Cultivares de vigna con comportamiento agronómico similar a estos, en Nigeria y Pakistán, han sido considerados como variedades forrajeras (Singh *et al.*, 1997; Amanullah, 2000).

La V. verde presentó los rendimientos más bajos, tanto en producción de granos como de forrajes, lo que pudo deberse a que fue la variedad más susceptible al ataque de insectos plagas, como *Crisomélidos*, masticadores que consumen parte de las hojas, e insectos del género *Empoasca* que succionan la savia de las plantas. El efecto negativo que ejercen estas plagas sobre el rendimiento de estos cultivos ha sido planteado por varios autores (Dreyer y Baumgartner, 1995; Jackai y Adalla, 1997). Investigaciones realizadas por Boe *et al.* (1991) en los llanos de EE.UU., han evidenciado la superioridad de variedades de *V. unguiculata* en producción de forraje con respecto a la *V. radiata*, hecho que se corrobora con los resultados obtenidos en este ensayo en las condiciones de Cuba.

Autores como Summerfield *et al.* (1985) plantearon que los rendimientos agronómicos de estas especies, pueden estar limitados por la pobre habilidad de los genotipos obtenidos para asimilar el N y C durante los periodos reproductivos. Además, los cultivos temporales presentan

una interacción genotipo ambiente muy fuerte, donde su rendimiento agronómico depende directamente de las condiciones edafoclimáticas en que se produce su ciclo productivo.

Cañet (1994) planteó la necesidad de realizar 2 ó 3 cosechas de granos, en variedades de maduración no agrupada, para poder obtener rendimientos superiores a 1 t ha⁻¹, resultado que se confirmó bajo nuestras condiciones experimentales, y permitió demostrar cómo estas variedades presentan una eficiencia productiva inferior a las de maduración agrupadas, hallazgo que confirma el potencial de la variedad INIFAT 93 como genotipo adecuado, desde el punto de vista fisiológico productivo, para la producción de grano.

La composición bromatológica de las harinas de forraje evidenció su alto contenido proteico mineral. Variedades como V. verde, INIFAT 93 y Habana 82, presentaron menor contenido de fibra, lo que unido a la superioridad en PB y producción de MS que presentó Habana 82, le confieren a esta variedad amplias perspectivas de uso para la alimentación animal.

La composición de nutrientes de las harinas integrales evidenció que con el avance fenológico de los cultivos se produce una disminución del contenido de ceniza y proteína, con un consecuente incremento del contenido de fibra, lo que coincide con lo encontrado por otros autores (Nielsen *et al.*, 1997). No obstante, el hecho de trabajar con la planta íntegra, en estado de grano 3, favorece que se mantenga la calidad de las harinas.

Las harinas de granos se caracterizan por un mayor contenido proteico y un menor contenido de fibra, con respecto a las harinas de forrajes e integrales. Los resultados de D'Mello (1995), Díaz y Padilla (1997), y Oliveira *et al.* (2000) entre otros muchos autores, indican a la vigna como la leguminosa tropical de menor contenido de fibra, además se caracteriza por presentar el 90% del contenido de N en sus granos, como N proteico y por su bajo contenido de factores anti-

nutricionales, lo que resulta ventajoso para su utilización en especies monogástricas.

La falta de diferencias en el contenido de taninos e inhibidores de tripsina entre las variedades, no limita el potencial de utilización de alguna de ellas. Aunque se presenta diferencia estadística entre variedades, para todos los indicadores bromatológicos, desde el punto de vista biológico no influye en el comportamiento fisiológico de los animales. Aguirre (1997) demostró, mediante estudios *in vivo* con ratas y aves, la falta de diferencia en la calidad de la proteína para alguna de las variedades estudiadas (INIFAT 93, Habana 82 y Viñales 144A).

Estudios fisiológicos con harinas de forrajes e integrales, permitirían valorar hasta donde los cambios bromatológicos que se producen entre estas harinas afectarían el estado fisiológico y nutricional de los animales que la consumen, ya que desde un punto de vista agronómico trabajar con las harinas integrales permitiría incrementos significativos en el contenido de biomasa seca por unidad de área.

Estudios realizados con esta especie de leguminosa han evidenciado su elevado contenido en ácido glutámico, aspártico y lisina (Bressani, 1985), además se consideran excelentes fuentes de niacina, tiamina, ácido ascórbico, vitaminas hidrosolubles y minerales (Prinyawiwatkul *et al.*, 1996; Nielsen *et al.*, 1997).

Los resultados aquí discutidos evidenciaron las posibilidades agronómicas y bromatológicas de las harinas de forrajes, integrales y de grano de todas las variedades evaluadas, para su posible uso como alimento no convencional, principalmente para especies monogástricas, las cuales requieren alimentos de mayor calidad, dada las características morfológicas y funcionales de su tracto gastrointestinal. No obstante, estudios fisiológicos y nutricionales determinarían una propuesta concreta de que variante de harinas y variedades sería más factible utilizar, para lograr un mejor comportamiento en cada especie y/o categoría animal evaluada.

CONCLUSIONES

Se determinó la superioridad agronómica de las variedades de maduración no agrupada V. blanca y Habana 82, en producción de harinas de forrajes e integrales.

Ventajas agronómicas como ciclo biológico más corto y maduración agrupada de sus granos, indican a la variedad INIFAT 93 como la más promisoría para la producción de harinas de granos.

Las variedades evaluadas se caracterizaron por una buena calidad bromatológica y un bajo contenido de taninos totales e inhibidores de tripsina en sus granos.

Las harinas de granos se destacan por un mayor contenido proteico y un menor contenido de fibra, con respecto a las harinas de forrajes e integrales.

LITERATURA CITADA

Amanullah, H. 2000. Forage potential of three promising cowpea (*Vigna unguiculata* L.) germplasm at different cutting stages. *Sarhad Journal of Agriculture* 16:131-134.

AFNOR. 1985. Norma francesa AFNOR 6 p. Association Francaise de Normalisation NFV 03-751.

- Aguirre, L.A. 1997. Avances en la evaluación fisiológica de leguminosas en el Trópico. p. 159-165. IV Encuentro sobre nutrición de animales monogástricos. Julio 1997. Instituto de Ciencia Animal (ICA), La Habana, Cuba.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Vol.1. Assoc. Official Analysis Chemists (AOAC), Arlington, Virginia, USA.
- Boe, A., E.K. Twidwell, and K.D. Kephart. 1991. Growth and forage yield of cowpea and mungbean in the Northern Great Plains. *Can. J. Plant Sci.* 71:709-715.
- Bressani, R. 1985. Nutritive value of cowpea. p. 332. S.R. Singh and K.O. Rachie (eds.). *Cowpea research, production and utilization*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York. Brisbane, Toronto, Singapore.
- Calegari, A. 1995. Leguminosas para adubacao verde da verao no Paraná. 45 p. Circular N° 80 Maio/95. Instituto Agronómico do Paraná (IAPAR), Londrina, P.R., Brasil.
- Cañet, F.M. 1994. Fisiología de la productividad en siembras masivas de frijol carita *Vigna unguiculata* Walp. Resumen de resultados para la propuesta de Logro Científico. Instituto Nacional de Investigaciones para la Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana, Cuba.
- Díaz, M.F., y C. Padilla. 1997. Avances en la evaluación de nuevos cultivares de leguminosas para la alimentación de animales monogástricos. p. 150-158. IV Encuentro sobre Nutrición de Animales Monogástricos. Julio 1997. Instituto de Ciencia Animal (ICA), La Habana, Cuba.
- D' Mello, J.P.F. 1995. Antinutritional substances in legume seeds. *In* J.P.F. D'Mello and C. Devendra (eds.). *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. CAB International, Guilford, United Kingdom.
- Dreyer, H., and J. Baumgartner. 1995. The influence of post-flowering pests on cowpea seed yield with particular reference to damage by Heteroptera in Southern Benin. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 53:137-149.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11, p. 1.
- García, M., E. Treto, y C. Álvarez. 1996. Estudio comparativo de diferentes especies de abonos verdes y cuantificación del aporte de carbono en el cultivo de la calabaza. *Cultivos Tropicales* 17:9.
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. 64 p. MINAG, Ciudad de la Habana, Cuba.
- Jackai, L.E.N., and C.B. Adalla. 1997. Pest management practices in cowpea. A review. p. 237. *In* Singh, D.R. Moham Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai (eds.). *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Legel, S. 1990. Tropical forage legumes and grasses. Duetscher Landwirts-Chaftsverlang. GDR-1040. Berlin, Germany.
- Meir, H. 1986. Laboraptaktibure. p. 43. Tierernahrung und Futtermitterkum der fur Tiererproduzenten. Verlag, Germany.
- Mulimani, V.H., and S. Paranjyoth. 1993. Effect of heat and UV on trypsin and chemotrypsin inhibitor activities in redgran (*Cajanus cajan*). *J. Food Sci. Technol.* 30:60-63.
- Nielsen, S.S., T.A. Ohler, and C.A. Mitchell. 1997. Cowpea leaves for human consumption. Production, utilization, and nutrient composition. p. 326. *In* Singh, D.R. Moham Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai (eds.). *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria and Japan International Research Centre for Agricultural Sciences (JIRCAS), Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Oliveira Maia, F. M. M., J.T.A. Matos, M.R.T. Moreira, y R.A. Vasconcelos. 2000. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp cultivars. *Sci. Food Agric.* 80:453-458.

- Prinyawiwatkul, W., K.H. Mc Watters, L.R. Beuchat, and R.D. Phillips. 1996. Cowpea flour: a potential ingredient in food products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36:414-436.
- Singh, B.B., D.R. Moham Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai. 1997. *Advances in Cowpea Research*. p.243. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, and Japan International Research Centre for Agricultural Sciences (JIRCAS), Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Skerman, P.I. 1991. *Tropical forage legumes*. 707 p. FAO, Rome, Italy.
- Summerfield, R.J., J.S. Pate, E.H. Roberts, and H.C. Wien. 1985. *Physiology of cowpea*. p. 162. S.R. Singh and K.O. Rachie (eds.). *Cowpea research, production and utilization*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.