

Contenido de taninos en el grano y características agronómicas en cultivares de frijol común “tipo reventón”

Tannin content of seed and agronomic characteristics in cultivars of common “popping” bean

Ingrid Astrid Melo P.¹ y Gustavo Adolfo Ligarreto M.^{1,2}

RESUMEN

El frijol reventón es un cultivo que además de tener un alto contenido de proteínas y carbohidratos, puede ser utilizado en la industria y consumido en forma de pasabocas. El objetivo de esta investigación fue cuantificar los taninos del grano y algunas características fenológicas en 20 cultivares, para identificar accesiones con características de calidad. Los resultados muestran la presencia de dos grupos claramente discriminados por las variables número de vainas por planta, porcentaje de incremento en volumen del grano después de reventado, días transcurridos hasta el 50 y 100% de la floración y concentración de taninos en el grano.

Palabras clave: Leguminosae, *Phaseolus vulgaris*, ñuña, fenología.

ABSTRACT

The popping bean is a crop that besides having a high content of proteins and carbohydrates can be used in the industry and can be consumed as a snack food. The objective of this research was to quantify some antinutritional factors and agronomic characteristics of 20 materials of popping beans; with the purpose of identifying agreements with desirable characteristic of quality. The results demonstrate the presence of two groups which are clearly discriminated by the variables number of pods by plant, percentage of volume increment in the grain after having popped, days passed until 50% and 100% to flower and concentration of tannins in the seed.

Key words: Leguminosae, *Phaseolus vulgaris*, ñuña, phenology.

Introducción

La importancia de la especie frijol radica en su área sembrada, que alcanza en Colombia 165.000 ha, como también por su elevado contenido de proteínas, fuente de energía y buena cantidad de minerales esenciales (CCI, 2000; FAO, 2010). El frijol tipo reventón adquiere este nombre por su capacidad de reventar al calor, es originario de la zona andina de América del Sur y su mayor centro de diversificación son las zonas altas de Perú y Bolivia, donde se le conoce con el nombre de frijol ñuña o ñuñas. En el país, aún no se cultiva. Se considera que por miles de años fue un alimento básico de los pobladores indígenas del sur, mientras para el mundo moderno son casi desconocidos, por lo que algunos los llaman como “la cosecha pérdida de los Andes” (Ferguson, 1993).

De acuerdo con los estudios etnobotánicos, arqueológicos y bioquímicos, se ha concluido que este cultivo se desarrolló en las zonas altas de Perú y Bolivia durante la época preinca. Es posible que correspondan a una presión selectiva aplicada en forma temprana y amplia en el proceso de domesticación (Tohme *et al.*, 1995). El frijol se prepara de varias formas: frito, guisado o como palomitas de frijol

tostándolas por 5-10 min con aceite. El producto tostado se consume como pasabocas o aperitivo, convirtiéndose en una muy buena alternativa no solo nutricional sino económica para muchos de los pequeños agricultores (Camarena *et al.*, 1990).

El frijol reventón presenta una amplia variabilidad genética, así como unos rangos de adaptación muy específicos debido a la alta interacción de las variedades con el medio ambiente. Dentro de esta variabilidad, se encuentran genotipos con buenos rendimientos y buena calidad de reventado, los cuales se consideran característicos de herencia compleja (Otálora *et al.*, 2006).

La planta de frijol reventón tiene un hábito de crecimiento trepador, periodo de ciclo de vida entre 8 y 10 meses. El contenido de proteínas de la leguminosa es 20% y el de carbohidratos es de 62%, estando estos últimos constituidos principalmente por almidón (60%). Es una buena fuente de calcio, hierro, zinc y tiamina, aporta vitamina B6, ácido pantoténico, biotina y otras vitaminas del complejo B; el ácido ascórbico está ausente en las leguminosas y el valor de la vitamina A es muy bajo (Kornegay *et al.*, 1992).

Fecha de recepción: 14 de agosto de 2009. Aceptado para publicación: 28 de julio de 2010

¹ Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

² Autor de correspondencia. galigarretom@unal.edu.co

Los taninos son considerados antinutrientes, ya que pueden formar complejos con las proteínas, almidón y enzimas digestivas, causando una reducción en el valor nutritivo de los alimentos (Belitz y Grosch, 1992). Los taninos condensados constituyen la principal fracción fenólica responsable de las características de astringencia de los alimentos vegetales, aunque la intensidad de estas sensaciones depende del peso molecular del compuesto presente (Haslam y Lilley, 1988; Chung *et al.*, 1998).

En cuanto a la facilidad para ser digerido, el frijol tostado y el frito son de mayor digestibilidad que la preparación en forma cocida, lo cual se puede explicar debido a que el grano ya se encuentra libre de la cáscara. La baja digestibilidad de las leguminosas se debe al contenido relativamente alto de fibra en la cáscara y a la presencia de sustancias tánicas como en el caso de los frijoles (Van Beem *et al.*, 1992).

Otálora *et al.* (2006) reseñan diferentes ensayos de dietas realizados con las nuñas, probando estas como sustituto de la harina de trigo hasta en un 20% para la elaboración de galletas. Los resultados informan que las galletas elaboradas de esta manera presentan características similares a las que solamente contienen harina de trigo, pero en cuanto al valor nutricional con base en el contenido proteico, las galletas con harina de frijol presentaron un mayor contenido (9,75%) que las obtenidas solamente con harina de trigo (6,38%). Igualmente se ha probado la harina de frijol como sustituto en la elaboración de pastas en porcentajes de 15%, obteniendo resultados similares con las elaboradas con harina de trigo integral.

En la actualidad, hay especial interés en que los productos alimenticios procesados cuenten con una excelente calidad nutritiva, por lo cual se ha empezado a desarrollar investigación sobre accesiones de frijol, en busca de encontrar aquellas que presenten potencial para el procesamiento y cuenten con parámetros nutricionales deseables. En Colombia no existen variedades comerciales de frijol con características de reventamiento del grano, las cuales pueden tener potencial tanto para el mercado nacional como para el de exportación. El objetivo de esta investigación fue cuantificar algunas variables químicas del grano y agronómicas en frijol tipo reventón e identificar accesiones con características deseables en calidad.

Materiales y métodos

En el trabajo experimental se utilizaron 20 accesiones de frijol nuña, provenientes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (Tab. 1).

La investigación se realizó en dos partes; la primera correspondió a la extracción de taninos en granos de frijol, y la segunda parte consistió en la evaluación agronómica, que se desarrolló bajo invernadero en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, localizada a 2.556 msnm, con una temperatura promedio de 14,7°C, humedad relativa de 80% y brillo solar de 4,5 h d⁻¹ (Pacheco *et al.*, 2009).

TABLA 1. Accesiones de frijol reventón provenientes del banco de germoplasma del CIAT.

Número de orden	Accesión	Genotipo	Origen
1	G7271	CF – 12	Bolivia
2	G8697	CF – 13	Bolivia
3	G8717	CF – 51	Bolivia
4	G11811c	Buv – 112	Perú
5	G12095	Ayacucho 124	Perú
6	G12588	Nuña huevo de Huanchaco	Perú
7	G12602	Cajamarca 1 Nuña Huanza	Perú
8	G19646	Pava Nuña	Perú
9	G23616	Poroto Gris	Bolivia
10	G23617	Poroto	Bolivia
11	G23618	Poroto Gris	Bolivia
12	G23619	Poroto	Bolivia
13	G23621	K'oporu Colorado	Bolivia
14	G23623	K'oporu	Bolivia
15	G23643	Nuña Angel Poroto	Perú
16	G23690	Nuña Amarilla	Perú
17	G23701	Numia Amarilla	Perú
18	G23743	Nuña Pavita	Perú
19	G23747	Nuña Roja	Perú
20	G23756	Nuña Negra	Perú

Caracterización de los taninos

Para la extracción de taninos, en la mayoría de trabajos se hace la determinación en la testa del grano, pero en el caso de frijol reventón la testa no se consume; en consecuencia, granos de cada material de frijol fueron molidos hasta obtener una harina fina y uniforme. En la determinación cuantitativa de los taninos se adoptó el método de la AOAC (1990) que consistió en pesar 5 g de la muestra y se colocó en un erlenmeyer (de 1.000 mL) con 400 mL de agua, agitando hasta disolver; luego se calentó la mezcla hasta ebullición por 4 h. Se filtró la muestra al vacío y se tomaron 8,1 mL de la solución líquida, a la que se le adicionó 6,7 mL de indicador y 250 mL de agua destilada. Con permanganato de potasio se tituló hasta que se observó viraje de indicador (color amarillo-rojizo). A partir del volumen de esta titulación se establece la concentración de taninos, considerando que 3,619 mg de taninos son equivalentes a 1 mL de KMnO₄ en una concentración de 0,8619 N.

Evaluación agronómica

Las accesiones fueron sembradas en surcos de 1,50 m de largo, a distancia de 1 m entre surcos, ubicando 14 semillas por parcela. El tutorado de las plantas se realizó desde los 50 días después de siembra hasta cuando las plantas iniciaron su fase reproductiva con emisión de las primeras vainas.

Se evaluaron 13 variables, 11 de las cuales corresponden al desarrollo de la planta y dos a calidad de reventado de los granos. Se utilizaron los descriptores cuantitativos propuestos por Muñoz *et al.* (1993) para medir las siguientes variables: número de nudos de la planta cuando esta se encuentra al final de la floración, medida en la etapa de desarrollo R6; altura a primera flor (cm): se midió la altura total de la planta en el momento en que apareció la primera flor; altura a madurez: cuando el grano comienza a dar color o secar (madurez fisiológica) –se tomó el dato en la etapa de desarrollo R5–; área foliar (cm²): resulta de medir el ancho y el largo de la hoja terminal del cuarto nudo de la planta, cuando la planta está en floración (etapa R6); número de vainas por planta; número de granos por vaina; peso de 100 granos (g); rendimiento (g): cuando las vainas completaron su periodo de secado; días a 50% de la floración; días a 100% de la floración y días a cosecha. Las variables fueron valoradas sobre cinco plantas por parcela, excepto el rendimiento, que se cuantificó sobre la unidad experimental completa. El área foliar se calculó mediante la ecuación (1):

$$Yf = 0,230 + 0,28 (l \times a) \quad (1)$$

donde Yf es el área foliar, l el largo de la hoja y a el ancho de la hoja (Marín y Cavanerio, 1998).

Las características de la calidad del grano en poscosecha fueron: porcentaje de reventamiento medido sobre 20 granos por accesión, los cuales fueron colocados en horno microondas durante dos minutos, y el incremento de volumen de grano después de tostado, para lo cual se midió el volumen de agua desplazada por el grano antes y después del reventamiento.

A partir de los datos de las evaluaciones de taninos y variables agronómicas se analizó la información por el método estadístico multivariado de componentes principales, utilizando el programa estadístico SAS[®] versión 9.1 (SAS, 2004) y métodos de agrupamiento utilizando algoritmo de clasificación Ward mediante el programa SPAD[®] (Paris) versión 4.5 (Bécue y Valls, 2000).

Resultados y discusión

En la Tab. 2 aparecen los resultados de la determinación de taninos realizada para cada una de las 20 accesiones evaluadas; las concentraciones de taninos presentaron valores que oscilan entre 0,72 mg y 5,42 mg. A partir de esto se puede analizar que los materiales evaluados muestran en general cantidades bajas de taninos, lo cual indica que tienen un buen porcentaje de digestibilidad y no interfieren con la absorción de proteínas, lo que hace que estos frijoles cuenten con un alto valor nutritivo y pueden contribuir al buen estado alimentario de las personas que usan el fríjol como componente de su dieta. Este comportamiento está acorde con Caldas *et al.* (2007), quienes reportaron que la variación en el rango del contenido de taninos en testa entre líneas de fríjol evaluadas en tres ambientes del departamento de Nariño es escasa, comparado con la variabilidad existente en fríjol. Las accesiones G7271, G23617, G23621, G23643 y G23743 presentaron los valores más bajos en taninos, y por consiguiente son las de mayor opción como fuente de recurso genético para utilizar por factores antinutricionales.

TABLA 2. Determinación cuantitativa de concentración de taninos para cada genotipo evaluado.

Número CIAT	KMnO ₄ (mL)	Concentración de taninos (mg)
G7271	0,3	1,08
G8697	0,4	1,44
G8717	0,7	2,53
G11811c	0,8	2,90
G12095	0,5	1,81
G12588	1,4	5,01
G12602	1,0	3,62
G19646	0,5	1,81
G23616	0,7	2,53
G23617	0,2	0,72
G23618	1,0	3,62
G23619	1,5	5,42
G23621	0,3	1,08
G23623	0,5	1,81
G23643	0,2	0,72
G23690	1,5	5,42
G23701	0,5	1,81
G23743	0,3	1,08
G23747	1,0	3,62
G23756	0,9	3,26

En la descripción de las accesiones, tomando en cuenta simultáneamente varias características agronómicas y considerando las relaciones entre ellas mediante estadística multivariada, se transformó el conjunto de variables

TABLA 3. Componentes y coeficientes de las variables importantes en la descripción de las accesiones.

Número	Componente principal		Variables de importancia en el componente	Valor de coeficiente
	Valor propio	Varianza acumulada (%)		
1	4,3914	31,37	Días transcurridos hasta el 100% de la floración	0,85
			Número de vainas por planta	0,79
2	2,1814	46,95	Número de nudos por planta	0,70
			Incremento en volumen del grano después del reventado (%)	0,70
3	1,4743	57,48	Rendimiento por planta	0,54
			Altura de la planta a primera flor	0,49
4	1,3321	66,99	Concentración de taninos	0,62
			Altura de la planta a madurez fisiológica	0,52
5	1,1822	75,44	Peso de 100 granos	0,50

cuantitativas originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, llamadas componentes principales. Cada componente contiene parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal. En consonancia con lo anterior, en la Tab. 3 se observa que los primeros cinco componentes principales representan el 75,44% de la varianza total, aportando el primer componente el 31,37%, el segundo el 15,58%, el tercero el 10,53%, el cuarto el 9,52%, y el quinto contribuyó con el 8,48%. De igual manera, las variables con mayores coeficientes dentro de cada componente principal son las que más contribuyen a discriminar a las 20 accesiones; en su orden por componente principal, las variables con coeficiente mayor se constituyen en las más importantes (Tab. 3).

Estos resultados son similares a los que reporta Ligarrero (2001), quien encontró que variables como días a floración, número de nudos por planta y componentes de rendimiento, son los caracteres que mayor aporte brindan a la discriminación de materiales de frijol común. Cerón (1986), afirma que características tiempo transcurrido hasta alcanzar la etapa de floración y la madurez fisiológica son importantes como criterio para elegir las variedades para sembrar. Otro aspecto fundamental para elegir genotipos es el peso de 100 granos, que discrimina el tamaño del mismo, factor que es de gran importancia en la definición de precios de venta del producto en los diferentes mercados (Tohme *et al.*, 1994; Voysest, 2000).

También se pueden diferenciar las accesiones por el porcentaje de incremento de volumen del grano después de reventado, ya que se ha observado un mayor gusto por aquellos frijoles que presentan mayor tamaño del grano reventado (Toro y Debouck, 1995). El contenido de taninos es otro factor que discrimina los materiales, como ya se mencionó antes, los taninos son considerados sustancias

antinutritivas presentes en leguminosas (Nelson y Cummings, 1975), por lo que aquellos materiales que presenten menores contenidos de estos tendrán una mayor aceptación debido al interés actual que existe en que los productos alimenticios tenga una excelente calidad nutritiva.

En la Fig. 1 se observa claramente la discriminación de dos grupos genéticamente diferentes, el primero conformado por las accesiones G7271, G8697, G8717, G12095, G23616, G23617, G23621, G23623, G23643, G23701, G23743 y G23756, y el segundo por las accesiones G11811c, G12588, G12602, G19646, G23618, G23619, G23690 y G23756. Estos grupos están discriminados por las variables número de vainas por planta, porcentaje de incremento de volumen del grano después de reventado, días transcurridos hasta el 50% de la floración, días transcurridos hasta el 100% de la floración y concentración de taninos.

Como se observa en la Tab. 4, el grupo 1 con respecto al grupo 2 se caracteriza por aquellos materiales que tienen un número considerablemente mayor de vainas por planta (58,64 a 39,95), por lo que su rendimiento también es superior, alcanzando 127,30 g/planta y 82,06 g/planta, respectivamente. Este comportamiento es característico en frijol voluble del acervo andino (Otálora *et al.*, 2006). También es importante tener en cuenta que en los otros dos componentes de rendimiento, las variaciones entre sus promedios son escasas; en peso de 100 granos se tiene 50,24 g en el grupo 1 y 51,21 g en el grupo 2, y en granos por vaina se presenta 4,34 g y 4,63 g, respectivamente. Precisamente la compensación de los componentes hacia el rendimiento en esta población de accesiones evaluadas está favorecida por el efecto del número de vainas por planta.

Al considerar las características de los granos por calidad de reventamiento, el grupo 1 tiene desventaja en los porcentajes

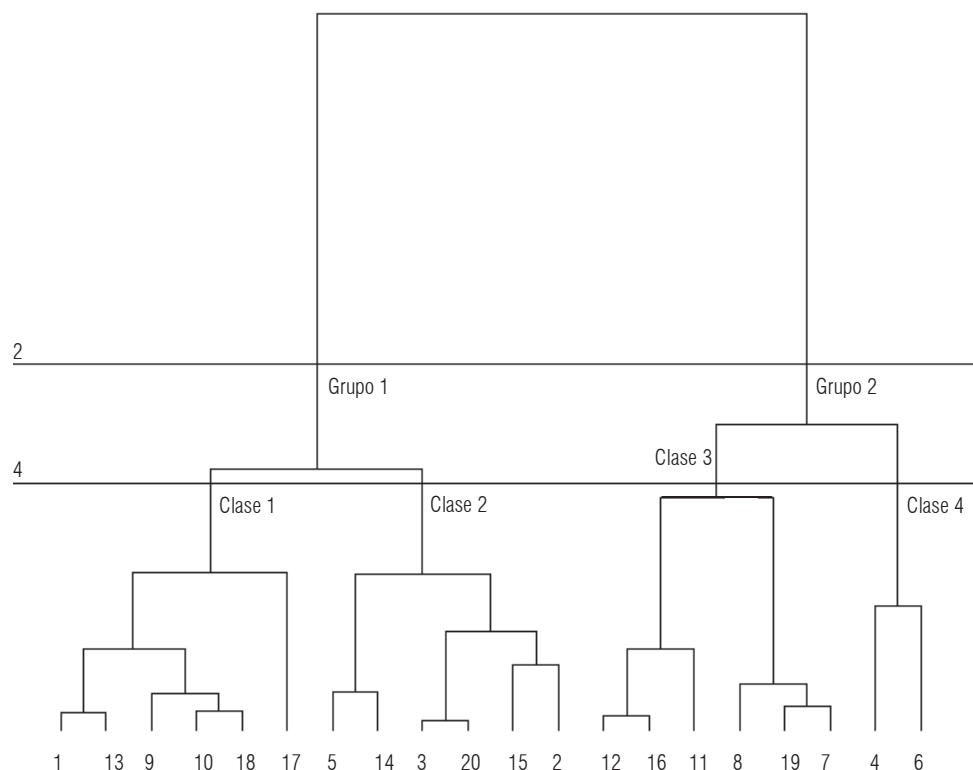


FIGURA 1. Dendrograma de 20 accesiones de frijol reventón construido a partir de 14 variables evaluadas.

TABLA 4. Promedio de las variables para los dos agrupamientos presentados en la Fig. 1.

Variable	Grupo 1	Grupo 2
Número de nudos	19,99	18,77
Altura de la planta a primera flor (cm)	203,91	112,68
Altura de la planta a madurez fisiológica (cm)	215,51	204,11
Área foliar (cm ²)	67,52	86,80
Número de vainas por planta	58,64	39,95
Número de granos por vaina	4,34	4,63
Peso 100 granos (g)	50,24	51,21
Rendimiento (g)	127,30	82,06
Reventamiento (%)	75,00	85,63
Incremento de volumen (%)	54,83	98,13
50% floración (dds)	99,25	122,50
100% floración (dds)	112,75	139,63
Cosecha (dds)	298,67	304,13
Concentración de taninos (mg)	1,66	3,93

dds, días después de la siembra

de reventado e incremento del volumen del grano, con promedios de 75,00 y 54,83, mientras el grupo 2 alcanzó 85,63 y 98,13, respectivamente, resultados significativos al comercializar el grano reventado en presencia de calor y al poder ofrecer el producto como golosina y pasabocas. No obstante, al considerar los contenidos de taninos (mg), las accesiones de frijol del grupo 1 presentan un valor pro-

medio de 1,66, bastante inferior al valor de 3,93 mg para el grupo 2, lo que indica porcentaje más altos de digestibilidad aparente de la proteína, así: 59% para el grupo 1 y aproximadamente 54% para el grupo 2, medidos sobre las curvas de porcentajes de digestibilidad de frijol, a partir de la concentración de taninos en mg/100 g presentes en el grano reportada por Bressani y Elías (1980).

En cuanto al ciclo de desarrollo del cultivo, el grupo 1 presentó 99,25 d al 50% de la floración y 112,75 d al 100% de la floración, es decir, de 23 a 26 días más precoces que las accesiones del grupo 2; este comportamiento puede ser adecuado para evitar condiciones ambientales adversas y poder escapar a la incidencia de plagas y enfermedades. El ciclo vegetativo a floración de cuatro meses, unido a un ciclo de vida de siembra a cosecha de 10 meses para las accesiones en estudio, resulta desfavorable para los agricultores que requieren genotipos de frijol con ciclo de vida de 6 a 7 meses de siembra a cosecha. Todos los materiales evaluados presentaron desadaptación con ciclo tardío y excesivo crecimiento de la planta en altura y área foliar, aspectos que contrastan con el comportamiento de los materiales de frijol reventón analizados por Otálora *et al.* (2006), en condiciones medioambientales similares, pero con variantes en la composición química del suelo y en propiedades físicas del mismo, no cuantificadas previamente en el estudio,

TABLA 5. Promedio de las variables para cada una de las clases, según Fig. 1.

Variable	Clase uno	Clase dos	Clase tres	Clase cuatro
Número de nudos	21,54	18,43	20,06	14,88
Altura de la planta a primera flor (cm)	289,10	118,71	115,08	105,45
Altura de la planta a madurez fisiológica (cm)	220,48	210,54	210,27	185,63
Área foliar (cm ²)	75,19	59,85	85,47	90,80
Número de vainas por planta	69,25	48,03	40,92	37,03
Número de granos por vaina	4,45	4,18	4,91	3,69
Peso 100 granos (g)	50,60	49,87	47,01	63,77
Rendimiento (g)	154,44	100,15	82,70	80,12
Reventamiento (%)	75,83	74,16	82,50	95,00
Incremento de volumen (%)	62,16	47,50	108,33	67,50
50% floración (dds)	99,50	99,00	119,50	131,50
100% floración (dds)	112,83	112,66	133,50	158,00
Cosecha (dds)	308,83	288,50	330,00	226,50
Concentración de taninos (mg)	1,38	1,92	3,91	3,95

dds, días después de la siembra

y con el reporte de Voyses (1999), quien sugiere que las variedades mejoradas de frijoles ñuñas del Perú alcanzan promedios de ciclo de vida de 180 d.

Así mismo, a partir de la Fig. 1, se puede observar que cada grupo presenta la discriminación en dos clases diferentes. Para el grupo 1 se observan las clases uno y dos, la primera definida por un número de vainas por planta significativamente mayor que el de las demás clases –así alcanzó 69,25 vainas por planta–, y las clases dos, tres y cuatro presentaron 48,03, 40,92 y 37,03 vainas por planta (Tab. 5), factor que, al igual que en los grupos, afectó el rendimiento entre clases, siendo mayor para la clase uno con 154,44 g por planta, y en las otras clases su rendimiento osciló entre 80,12 y 100,15 g por planta (Tab. 5). Las accesiones con mayores rendimientos pertenecientes a esta clase son G7271 con 195,26 g por planta y G23616 con 173,95 g, en contraste con G23701 que presentó el rendimiento menor de la clase con 135,97 g/planta. Según Pachón *et al.* (2009), el comportamiento en rendimiento por planta de estos materiales supera a otras líneas promisorias de frijol tipo Bola roja y Cargamento de hábito voluble IV que se encuentran próximas a ser presentadas como nuevas variedades mejoradas; estas accesiones tendrían un atractivo para los productores que se inclinan en preferencia por plantas con alto rendimiento (Ríos y Quirós, 2002). Además, en el ámbito del mejoramiento se podrían utilizar para programas de desarrollo de variedades con potencial alto de producción de grano seco y con la opción de grano tipo reventón.

Para la clase dos, aparte de las variables ya enunciadas no se evidencia ninguna otra característica que diferencie claramente a los materiales con la clase uno, y se agrupa de

manera cercana con las clases tres y cuatro. La diferencia radica en que el contenido promedio de taninos es de 1,92 mg en la clase dos y mayor son los de las clases tres y cuatro que superan los 3,91 mg, lo que equivale a una diferencia cercana al 5% en digestibilidad aparente de la proteína (Bressani y Elías, 1980).

En el segundo grupo se observan las clases tres y cuatro; en la clase tres se agrupan las accesiones G12602, G19646, G23618, G23619, G23690 y G23747. Estas accesiones se identifican por tener un porcentaje de reventamiento superior a las de las clases uno y dos, y un mayor incremento en volumen del grano en referencia a las otras tres clases, alcanzando un valor de 108,33%, al igual que un rendimiento por planta promedio bajo, del orden de 82,70, lo cual, unido a la alta concentración de taninos y a un ciclo de vida de 330 d las hacen poco deseables en procesos de selección de cultivares.

En la clase cuatro, conformada por los cultivares G11811c y G12588, tienen reventamiento del 95%, superando a las otras tres clases; de igual manera, se destacan por su precocidad al lograr completar su madurez a los 226,5 d, con factor desfavorable del mayor grado de taninos en comparación con las otras tres clases, factor que los hace poco atractivos en el ámbito nutricional. Según Bravo (1998), las leguminosas con un mayor contenido en taninos son las de color oscuro, entre las que destacan las judías rojas y las negras. Existen numerosos trabajos que indican que las diferencias cualitativas y cuantitativas en cuanto a concentración de taninos se pueden relacionar con las características ambientales del cultivo, localidad, tiempo de cosecha y época del año, entre otros factores (Barampama y

Simard, 1993); por lo mismo, es importante evaluar estas accesiones en otros ambientes de cultivo.

Según Rodiño (2000), es fundamental que las plantas, además de ser precoces, tengan una floración prolongada, para que exista la probabilidad de una mayor producción. Las accesiones G11811c y G12588 tardan más días en alcanzar la floración, pero son las que alcanzan más rápido el tiempo para la cosecha, indicando un tiempo en producción corto. Estas variedades, comparadas con los demás genotipos en estudio, al presentar un ciclo más corto serían las primeras en llegar al mercado, lo que muy posiblemente podría reflejarse en un precio más favorable, generando aceptación por parte de los productores, quienes presentan especial interés por aquellas variedades con características de precocidad.

Conclusiones

Las accesiones de fríjol evaluadas no cuentan con la presencia de taninos condensados, los cuales son considerados como los principales antinutrientes entre los polifenoles, debido a la interferencia que ocasionan con las proteínas. Así mismo, por contar con concentraciones de taninos normales, garantizan buenos porcentajes de digestibilidad y son una buena opción nutritiva.

Entre las 20 accesiones de fríjol tipo reventón evaluadas, G3617, G23621, G23701 y G23743 presentan características de alto rendimiento, y G11811c y G12588 se destacan por las cualidades de alto reventamiento y precocidad.

Literatura citada

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis of the association of analytical chemist. 15th ed. Arlington, VA.

Barampama, Z. y R.E. Simard. 1993. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. *Food Chem.* 47, 159-167.

Belitz, H.D. y W. Grosch. 1992. Química de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Bécue, B.M. y J. Valls. 2000. Manual de introducción a los métodos factoriales y clasificación con SPAD. En: Server d' estadística, Universidad Autònoma de Barcelona, http://webs2002.uab.es/_c_serv_estadistica/Manuals/manualSPAD.pdf; consulta: julio de 2010.

Bravo, L. 1998. Polyphenol: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr. Rev.* 56(11), 317-333.

Bressani, R. y L.G. Elías. 1980. The nutritional role of polyphenols in beans. pp. 105-111. En: Hulse, J.H. (ed.). Polyphenols in cereals and legumes. IDRC, Ottawa, Canadá.

Caldas, G.V., M.W. Blair y J. Restrepo. 2007. Análisis de taninos condensados en genotipos de fríjol común mejorados para calidad nutricional. *Fitotec. Colomb.* 7(2), 21-27.

Camarena, M.F., A.V. Cerrate y J.A. Huaranga. 1990. El frijol reventón: numia, ñuña o apa. *Revista INIAA* 7, 12-13.

Cerón L., M. del S. 1996. Caracterización morfoagronómica de 22 colectas de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) para clima frío. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Chung, T.K., T.Y. Wong, C.I. Wei, Y.W. Huang e Y. Lin. 1998. Tannins and human health a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 38(6), 421-464.

CCI, Corporación Colombiana Internacional. 2000. Perfil del productor: frijol. En: Inteligencia de Mercados 8, http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113154613_perfilfrijol8.pdf; consulta: agosto de 2010.

FAO. 2010. Faostat agricultural data. Agricultural production. En: <http://www.fao.org>; consulta: febrero de 2010.

Ferguson, L. 1993. Unexplored possibilities for 'popping beans': a lost crop of the Andes. *CIAT Internacional* 12(1), 5-6.

Haslam, E. y T.H. Lilley. 1988. Natural astringency in foodstuffs. Molecular interpretation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 27, 1-40.

Kornegay, J., J. Van Beem y L. Lareo. 1992. Nutritive value of the ñuña popping bean. *Econ. Bot.* 46(2), 164-170.

Ligarreto, G. 2001. Variabilidad genética en germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada por características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Muñoz, G., G. Giraldo y J. Fernández de Soto. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Publicación No 177. CIAT, Cali, Colombia.

Nelson, L.R. y D.G. Cummings. 1975. Effect of tannin content and temperature on storage of propionic acid treated grain sorghum. *Agron. J.* 67, 71-76.

Otálora, J.M., G.A. Ligarreto y A. Romero. 2006. Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. *Agron. Colomb.* 24(1), 7-16.

Pacheco, C.A., M.C. Vergara y G.A. Ligarreto. 2009. Clasificación de 85 accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.), de acuerdo con su comportamiento agronómico y caracteres morfológicos. *Agron. Colomb.* 27(3), 323-332.




Pachón, N.A., D.F. Gracia y G.A. Ligarreto. 2009. Yield evaluation of fourteen populations of climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) segregating lines with anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) resistance genes. *Agron. Colomb.* 27(1), 7-14.

Rodiño M., A.P. 2000. Caracterización morfoagronómica y bioquímica de germoplasma de judía común *Phaseolus vulgaris* L. de España. Tesis de doctorado. Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Ríos, M. y J. Quirós. 2002. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivo, beneficio y variedades. Fenalce, Medellín, Colombia.

SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT 9.1 User's guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Tohme, J., P. Jomes, S. Beebe, M. Iwanaga y O. Toro. 1994. Forming a core collection a *Phaseolus vulgaris* L. pp. 118 -122. En:



Roca, W.M., J.E. Mayer, M. Pastor-Corrales y A. Tohme (eds.). *Phaseolus* beans advance biotechnology Research Network (BARN). CIAT, Cali, Colombia.

Tohme, J., O. Toro, J. Vargas y D.G. Debouck. 1995. Variability studies in Andean nuña common beans (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 49, 78-95.

Toro, O. y D.G. Debouck. 1995. Observations on popping ability in cultivated and wild forms of common bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Annu Rept. Bean Improvement Coop.* 38, 95-96.

Van Beem, J., J. Kornegay y L. Lareo. 1992. Nutritive value of the nuña popping bean. *Econ. Bot.* 46, 164-170.

Voysest V., O. 1999. New prospects for an ancient crop: an improved variety of the curious popping bean enhances child nutrition and raises women's incomes. pp. 14-15. En: *Growing affinities*. CIAT, Cali, Colombia.

Voysest V., O. 2000. Mejoramiento genético de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999. *Publicación 321*. CIAT, Cali, Colombia.