

INFLUENCIA DEL AMBIENTE EN EL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL FRÍJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Alexis Flórez V.

Resumen

Tanto por experimentos desarrollados por los diferentes grupos de investigación, como por las referencias bibliográficas, está documentado que la composición química del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y de las legumbres en general, está fuertemente influenciada por las características del suelo y la climatología del lugar donde son cultivados. En este trabajo se determinó la variación en la concentración de proteína en diferentes tipos de fríjol cultivados en condiciones diferentes en cuanto a clima y suelo. Para esto se utilizaron ocho tipos diferentes de fríjol, los cuales fueron cultivados en cinco localidades con importantes diferencias climatológicas y tradición de cultivo, utilizando dos bloques aleatorizados por localidad.

Los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (España), utilizando el método Kjeldhal, con el cual se obtuvieron resultados con diferencias significativas entre localidades, entre variedades y en la interacción variedad x localidad en cuanto al contenido de proteína bruta para todas las variedades.

Palabras clave: fríjol, proteína bruta, *Phaseolus vulgaris* L., medio ambiente, composición química, localidad.

Abstract

For experiments developed by different research groups, and for bibliographic references, it is documented that the chemical composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and legumes in general is strongly influenced by the soil characteristics and climatology of the place where they are grown. In this study we determined the variation in the concentration of protein in different types of beans grown in different conditions in terms of climate and soil. To this were used 8 different types of beans, which were grown in five locations with

* Doctor en Ingeniería de Alimentos, Universidad de Alicante. Profesor Investigador.

significant differences weather tradition and culture, using two randomized blocks per location.

Laboratory tests were conducted in the College of Agriculture of Barcelona (Spain), using the Kjeldhal method, with which results were obtained with significant differences between localities, between varieties and interaction variety x locality in terms of content of crude protein for all varieties.

Key words: bean, protein, *Phaseolus vulgaris L.*, climatology, chemical composition, locality.

INTRODUCCIÓN

Dentro del grupo de leguminosas de grano para consumo humano, podemos considerar al fríjol como uno de los más importantes, ya que su área de cultivo se extiende por los cinco continentes y desde el punto de vista nutricional, es una fuente importante y económica de proteínas para la dieta de muchos pueblos¹.

El fríjol (*Phaseolus vulgaris L.*) es un alimento considerablemente cultivado en Catalunya (España). La variedad Ganxet es especialmente apreciada por sus cualidades organolépticas y consigue elevados precios en el mercado². Sin embargo existen otras variedades catalanas como Genoll de Crist, Tavella Brisa, Canela y Castellfollit del Boix entre otras, cultivadas en comarcas como el Vallés Oriental, Vallés Occidental, La Selva, El Maresme y el Baix Llobregat, etc., que gozan de prestigio entre los consumidores.

En los mercados actuales, los consumidores más sofisticados de países industrializados principalmente, prefieren pagar más a cambio de productos de calidad organoléptica diferenciada³. En arroz, por ejemplo, la textura está demostrando ser de gran importancia para los consumidores, los cuales demandan productos con características específicas de textura y sabor⁴.

Es sabido que en alimentos como el arroz, las proteínas a pesar de ser un factor poco conocido podrían explicar algunas propiedades presentadas luego de la cocción. Al igual que en el trigo, el contenido de proteína puede afectar la calidad sensorial, específicamente la dureza y viscosidad de la semilla⁵.

Como sabemos que las condiciones ambientales del lugar de cultivo afectan la composición química de los alimentos⁶, nos propusimos determinar la variación en la concentración de proteína en las más importantes variedades tradicionales de fríjol catalanes junto con otras reconocidas internacionalmente, cultivadas en diferentes condiciones ambientales. En caso de hallarse diferencias importantes podrían utilizarse los datos para justificar denominaciones de origen protegidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron las variedades tradicionales catalanas de fríjol; Ganxet "variedad Montcau", Santa Pau en sus variantes "Tavella Brisa" y "Navy (comercial)",

Genoll de Crist y Castellfollit del Boix. Además para poder referenciar los resultados en el ámbito internacional se utilizaron otras variedades de reconocida importancia internacional (White Kidney, Faba Asturiana y Canela).

Diseño experimental en campo

Los fríjoles se cultivaron en cinco comarcas diferentes (La Garrotxa zona de Santa Pau, Vallés Occidental y Oriental, Maresme y Baix Llobregat) en el año 2002. En cada localidad se hicieron dos bloques con 120 plantas útiles por bloque. Esto equivale a surcos unitarios de 10 barracas. La distancia entre surcos fue de 0.75 m y los puntos de siembra dentro de los surcos estaban a 0.50 m. Se sembraron tres semillas por cada punto de siembra.

Metodología en laboratorio

La preparación de las semillas y los correspondientes análisis químicos se llevaron a cabo en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona a temperatura ambiente (20°C), teniendo especial cuidado en seleccionar semillas sanas para su posterior molturación, proceso en el cual las muestras fueron finamente divididas hasta lograr que pasaran por un tamiz de 0.5 mm.

Para llevar a cabo la determinación del contenido de proteína partimos de 0.5 g de fríjol seco. Los análisis se hicieron por duplicado.

Proteína bruta

Se determinó el porcentaje de proteína bruta utilizando el método Kjeldhal⁷, el cual se basa en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y alta temperatura (400° C). La posterior alcalinización del extracto con NaOH concentrado libera amoníaco, que luego se cuantifica con un electrodo selectivo.

Se tomaron 0.5 g de material vegetal dentro de un trozo de papel de filtro de unos 3 x 5 cm, se agregaron 2.5 g de catalizador haciendo un pequeño paquete con el papel. Se preparó un paquete solo con catalizador que se utilizó como blanco de digestión.

Los paquetes se introdujeron dentro de los tubos de digestión y se agregaron a cada uno 10 ml de ácido sulfúrico concentrado, agitándose hasta conseguir una coloración oscura uniforme. Se colocaron los tubos dentro del aparato digestor (90 min a 400°C). Finalizada la digestión se dejaron enfriar los tubos fuera del digestor, seguidamente se agregó agua destilada hasta obtener 25 ml aproximadamente. Se pasó el contenido de los tubos a un matraz de 100 ml lavándolos cuidadosamente para asegurarnos que no quedara nada de muestra y se enrasó hasta 100 ml con agua destilada. Los patrones se prepararon en tubos de Nessler de 50 ml agregando a cada uno 10 ml del blanco de la digestión y obteniendo concentraciones finales de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 ppm a partir de una solución madre de 1000 ppm. En el caso de las muestras se pusieron 10 ml de la digestión en un tubo de Nessler de 50 ml y se enrasó con agua destilada.

Se inició la lectura con el electrodo selectivo comenzando por el patrón de menos concentración y aumentando paulatinamente hasta llegar al de 100 ppm.

Se depositó el contenido del tubo en un vaso de precipitados de 100 ml con un imán pequeño y sobre el agitador. Se agregaron 3 ml de NaOH con una pipeta automática y apuntando el valor cuando la lectura fue estable. Luego de leídos los patrones se procedió a leer las muestras.

Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA para cada carácter según el modelo lineal

$$X_{ijkl} = \mu + V_i + L_j + V_{ij} + B_{k(j)} + \square$$

En donde X_{ijk} es la observación de la variedad i , en la localidad j , en el bloque k y la repetición l . μ es la media general; V , L y B son los efectos variedad, localidad y bloque respectivamente. \square es el efecto error asociado a la observación x_{ijk} . Se hizo una separación de medias para V y L . Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete S.A.S⁸. Las comparaciones de medias se realizaron utilizando el método de Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentaron diferencias significativas entre las diferentes variedades, siendo la variedad Montcau la que presentó los valores más elevados de proteína y la variedad Andecha la que presentó los valores más bajos. La variedad Navy también presentó diferencias altamente significativas con todas las demás variedades y después de la variedad Montcau fue la que presentó los valores más altos (Tabla 1). Las variedades White Kidney, Tavella Brisa y Canela no presentaron diferencias significativamente apreciables entre ellas, pero sus valores sí fueron significativamente diferentes a las demás variedades analizadas (Tabla 1).

Las variedades Genoll de Crist, Castellfollit del Boix y Andecha presentaron los valores más bajos en contenido de proteína, presentando diferencias significativas con las otras variedades pero sin diferencias significativamente apreciables entre ellas (Tabla 1).

Tabla 1. Media de los porcentajes de proteína de las distintas variedades. Valores seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Variedad	Media
Montcau	25,2 a
Navy	23,9 b
White Kidney	23,0 c
Tavella Brisa	22,8 c
Canela	22,8 c
Genoll de Crist	21,5 d
Castellfollit del Boix	21,4 d
Andecha	20,9 d

La localidad de la Garrotxa demostró ser la que presenta mejores resultados en cuanto a contenido de proteína se refiere, presentando una diferencia significativamente apreciable con las demás localidades cultivadas (Tabla 2). La Localidad del Maresme presentó los segundos valores más elevados de proteína con diferencias altamente significativas con respecto a las otras variedades (Tabla 2).

Tabla 2. Media de los porcentajes de proteína en las distintas localidades. Valores seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Localidad	Media
Garrotxa	26,8 a
Maresme	23,6 b
Vallés Occidental	22,4 c
Baix Llobregat	21,8 c
Vallés Oriental	19,3 d

Las localidades del Vallés Occidental y el Baix Llobregat no presentaron diferencias significativamente apreciables entre ellas pero sí presentaron diferencias significativas con las otras localidades y además los valores obtenidos fueron relativamente bajos comparados con las localidades de la Garrotxa y el Maresme (Tabla 2). La localidad del Vallés Oriental demostró ser la menos eficiente en cuanto a cantidad de proteína bruta, ya que presentó los valores más bajos de todas las localidades cultivadas, con una diferencia significativamente apreciable con las demás localidades (Tabla 2).

Los resultados obtenidos entre los diferentes bloques cultivados en una misma localidad no presentaron diferencias significativamente apreciables entre ellos, lo cual nos puede indicar que no sería un factor determinante a tener en cuenta a la hora de hacer la siembra (Tabla 3).

Tabla 3. Media de los porcentajes de proteína en los distintos bloques dentro de cada localidad. Valores seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Bloque	Localidad	Media
2	Garrotxa	28,10 a
1	Garrotxa	25,68 a
2	Maresme	23,58 b
1	Maresme	23,57 b
2	Vallés Occidental	22,43 c
1	Vallés Occidental	22,26 c
1	Baix Llobregat	22,08 d
2	Baix Llobregat	21,48 d
1	Vallés Oriental	19,48 e
2	Vallés Oriental	18,99 e

Tabla 4. Media de los porcentajes de proteína de las distintas variedades y localidades. Valores seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes (p £ 0.05).

Localidad	Variedad	Media
Garrotxa	White Kidney	31,36 ± 0,08 a
Garrotxa	Montcau	29,19 ± 0,23 b
Garrotxa	Navy	27,95 ± 0,49 b
Garrotxa	Canela	26,71 ± 1,4 bc
Garrotxa	Tavella Brisa	26,66 ± 1,41 bc
Garrotxa	Genoll de Crist	23,33 ± 0,89 c
Garrotxa	Castellfollit	23,04 ± 0,57 c
Maresme	Montcau	26,48 ± 0,07 a
Maresme	White Kidney	25,80 ± 0,11 b
Maresme	Canela	23,92 ± 0,11 c
Maresme	Tavella Brisa	23,80 ± 0,14 c
Maresme	Navy	23,73 ± 0,28 c
Maresme	Andecha	21,80 ± 0,09 d
Maresme	Castellfollit	21,73 ± 0,34 d
Maresme	Genoll de Crist	21,35 ± 0,23 d
Vallés Occidental	Montcau	25,70 ± 1,38 a
Vallés Occidental	Navy	24,90 ± 0,25 a
Vallés Occidental	Castellfollit	22,34 ± 0,35 b
Vallés Occidental	Canela	22,05 ± 1,26 bac
Vallés Occidental	Genoll de Crist	21,86 ± 0,94 bc
Vallés Occidental	Tavella Brisa	21,55 ± 0,68 b
Vallés Occidental	Andecha	20,76 ± 0,93 bc
Vallés Occidental	White Kidney	19,61 ± 0,24 c
Baix Llobregat	Montcau	23,99 ± 1,18 a
Baix Llobregat	Tavella Brisa	22,78 ± 0,60 a
Baix Llobregat	Navy	22,41 ± 0,53 a
Baix Llobregat	Andecha	21,81 ± 0,30 a
Baix Llobregat	Castellfollit	21,35 ± 0,25 ab
Baix Llobregat	White Kidney	21,35 ± 0,50 ab
Baix Llobregat	Canela	20,60 ± 0,26 b
Baix Llobregat	Genoll de Crist	19,95 ± 0,45 b
Vallés Oriental	Genoll de Crist	20,77 ± 0,67 a
Vallés Oriental	Navy	20,47 ± 0,51 a
Vallés Oriental	Montcau	20,36 ± 0,73 ab
Vallés Oriental	Tavella Brisa	19,26 ± 0,65 abc
Vallés Oriental	Castellfollit	18,71 ± 0,23 b
Vallés Oriental	Canela	18,69 ± 0,29 b
Vallés Oriental	Andecha	17,84 ± 0,10 c
Vallés Oriental	White Kidney	17,06 ± 0,20 d

En el análisis de la interacción variedad x localidad apreciamos que se presentan diferencias significativas entre las distintas variedades cultivadas en una misma localidad y que a su vez la localidad influye fuertemente en algunas variedades específicas como la White Kidney, la cual en la Garrotxa presentó el valor más alto mientras que en el Vallés Oriental fue la que obtuvo los valores más bajos dando una variación bastante grande (Tabla 4). La variedad Montcau junto con la Navy fueron las que menos variaciones presentaron en las diferentes localidades y mantuvieron sus valores relativamente altos con respecto a las otras variedades (ver Tabla 4).

La variedad Genoll de Crist también presentó una variación apreciable en la localidad del Vallés Oriental, donde obtuvo el valor más elevado de todas las variedades, mientras que en las demás localidades sus valores fueron relativamente bajos con respecto a las otras variedades (Tabla 4). Las demás variedades no presentaron una variación significativamente apreciable en las diferentes localidades y mantuvieron sus valores más o menos constantes con respecto a las otras variedades cultivadas (Tabla 4).

En el análisis de suelos, la localidad de la Garrotxa presentó los valores más elevados en cuanto a capacidad de intercambio catiónico con respecto a las otras localidades, esto podría explicar el que fuese esta localidad la que mejores resultados presentara en general en cuanto al contenido de proteína bruta ya que este factor parece determinante en la liberación de nutrientes hacia la planta (Tabla 5).

A diferencia de lo pensado en un principio, la clase textural del suelo en las distintas localidades no se diferenció mucho ya que a excepción del Baix

Tabla 5. Análisis de suelos en las diferentes localidades.

	Garrotxa	Maresme	Vallés Occidental	Baix Llobregat	Vallés Oriental
Capacidad intercambio catiónico meq/100 g	26,3	9,1	13,3	7,2	15,2
Clase textural	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco Argilosa Arenosa	Franca	Franco Arenosa
Nitrogen-Nitric mg N-NO ₃ /kg	43 Alto	24 Normal-alto	15 Normal	53 Muy alto	20 Normal-alto
Fósforo ppm	55 Muy alto	109 Excesivo	97 Excesivo	50 Muy alto	46 Muy alto
Potasio ppm	> 600 Excesivo	329 Alto	451 Muy alto	356 Alto	249 Medio
Magnesio ppm	466 Muy alto	287 Alto	332 Muy alto	306 Muy alto	269 Alto
Calcio ppm	4703 Alto	2448 Medio	8454 Alto	7325 Alto	8328 Alto

Llobregat donde encontramos una clase textural Franca, las demás localidades presentaron una clase textural Franco Arenosa (Tabla 5).

En general el contenido de nutrientes de los suelos en las diferentes localidades no parece ser un factor determinante a la hora de evaluar el contenido de proteína bruta, ya que no hubo una gran diferencia en el contenido de los mismos entre las diferentes localidades estudiadas (Tabla 5).

CONCLUSIONES

Se detectaron diferencias altamente significativas en el contenido de proteína con respecto a casi todos los factores analizados, es decir, con respecto a las variedades entre sí, con respecto a las diferentes localidades y con respecto a la interacción variedad x localidad, pero no se encontró una diferencia significativa entre los diferentes bloques cultivados en una misma localidad, lo cual nos permite afirmar que no sería un factor determinante a tener en cuenta en el momento de la siembra.

Lo anterior nos permite afirmar que existe una clara influencia del ambiente de cultivo en la concentración de proteína de los frijoles y nos garantiza de cierta forma que si adoptamos las variedades adecuadas junto con el ambiente propicio para el desarrollo de un cultivo de frijol, es decir, una localidad específica, podremos obtener un material con un adecuado porcentaje de proteína y si además se hiciese un profundo estudio sensorial para garantizar la calidad organoléptica del producto obtenido, se podrían desarrollar una o varias denominaciones geográficas de origen protegidas para este tipo de cultivo.

REFERENCIAS

1. ASCENCIO VEGAS C., MONTOYA MORENO J., Alonso Ponga J., Judías de Castilla y León. INIA. 1990.
2. CASAÑAS F., BOSCH L., SÁNCHEZ E., ROMERO DEL CASTILLO R., VALERO J., BALDI M., MESTRES J y NUEZ F. Características de la alubia Ganxet (*Phaseolus vulgaris* L.) y acciones para su conservación. Inves. Agraria: *Prod Prot Veg* 1998; 13: 43-55.
3. CIAT (1997). Looking upward to grow more beans. Centro internacional de Agricultura Tropical. News Release.
4. KAREN L., ELAIN T., ANNA M., KAREN A., STEVE D., KENT S. Categorizing rice cultivars based on cluster analysis of amilose content, protein content and sensory attributes. *Cereal Chem* 78 (5): 551-558.
5. MARTIN M., FITZGERALD M. Proteins in rice grains influence cooking properties. *J Cereal Sci* 2002; 36: 285-294.
6. ESCRIBANO M., SANTALLA M., DE RONAM. Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from northwest Spain. *Euphytica* 1997; 93: 71-81.
7. AOAC. Official methods of Analysis. 2000. Cereal foods: protein total in flour. Chapter 32. 35 pp.
8. SAS Institute, SAS User's Guide. Statistics, SAS Inst. Cary, NC (1995).