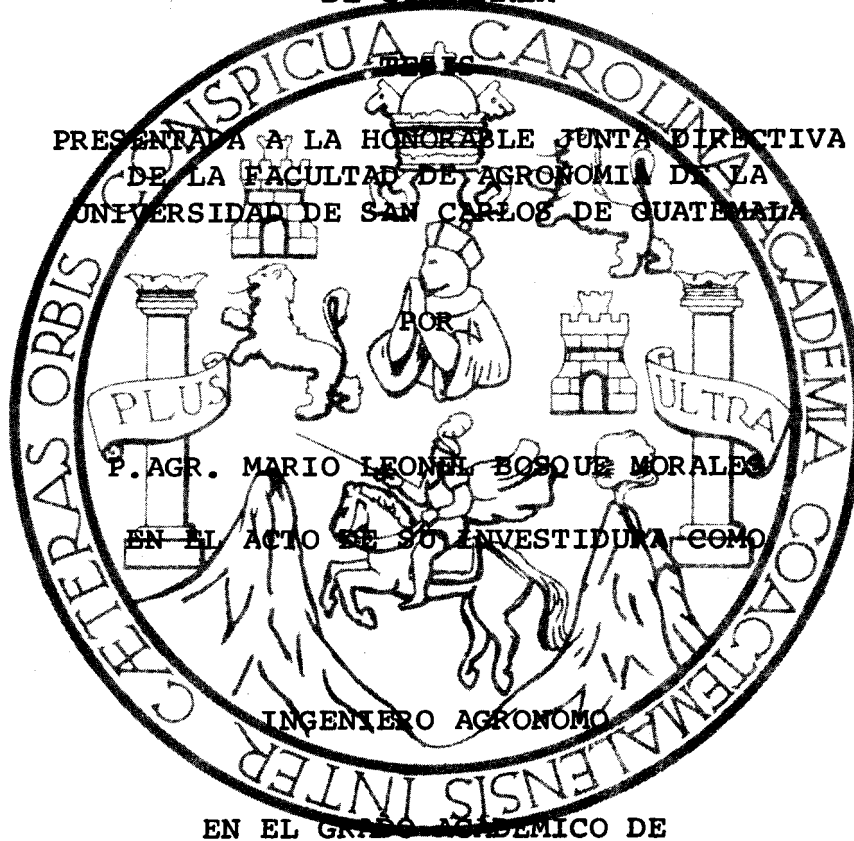


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"CARACTERIZACION FISICA, QUIMICA Y NUTRICIONAL DE
CINCO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN NEGRO
(Phaseolus vulgaris) RECOMENDADAS POR EL
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS, ICTA
DE GUATEMALA"

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE, 1981

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

01
T (565)
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Mario Dary Rivera

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Doctor Antonio Sandoval S.
Vocal 1	Ing. Agr. Carlos O. Arjona M.
Vocal 2	Ing. Agr. Gustavo Mendez G.
Vocal 3	Ing. Agr. Nestor F. Vargas N.
Vocal 4	Ing. Agr. Carlos Orozco
Vocal 5	P.Agr. Roberto E. Morales M.
Secretario	Ing. Agr. Carlos R. Fernandez P.

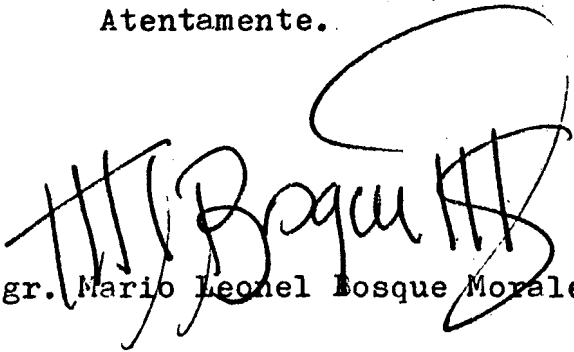
TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano	Doctor Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador	Ing. Agr. Gilberto Alvarado C
Examinador	Ing. Agr. Jorge Hernandez
Secretario	Ing. Agr. Carlos R. Fernandez P.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Por las normas que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala y de acuerdo a ellas, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el presente trabajo de tesis, titulado "Caracterización Física, Química y Nutricional de cinco variedades de frijol común negro, (*Phaseolus vulgaris*) recomendadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA", con el propósito de llenar con el, el último requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.-

Atentamente.



P. Agr. Mario Leonel Bosque Morales

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
Av. Reforma 8-90, Zona 9 - Edificio "Galerías Reforma" 3er. Nivel
Guatemala, C. A.

Guatemala, Agosto, 1981

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

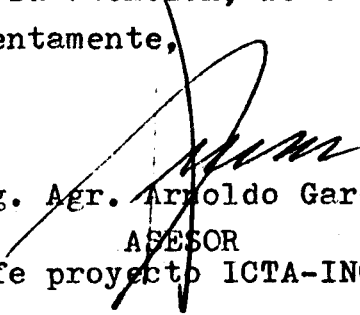
Respetable Doctor:

En mi calidad de asesor del P. Agr. MARIO LEONEL BOSQUE MORALES, tengo el agrado de recomendar su trabajo de tesis, titulado: CARACTERIZACION FISICA, QUIMICA Y NUTRICIONAL DE CINCO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.) RECOMENDADAS POR EL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS, ICTA DE GUATEMALA.-

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el P. Agr. Bosque Morales pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.-

Agradeciendo su atencion, lo saluda,

Atentamente,



Ing. Agr. Arnoldo García S.

ASESOR
Jefe proyecto ICTA-INCAP

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

**COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA**

**OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
OFICINA REGIONAL DE LA
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**

**HONDURAS
NICARAGUA
PANAMA**

APARTADO POSTAL 1188

**CARRETERA ROOSEVELT, ZONA 11
GUATEMALA, C. A.**

TELEFONOS 43762 AL 43767

CABLE: INCAP

Guatemala, 25 de agosto de 1981

**Dr. Antonio Sandoval S.
Decano
Fafultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad**

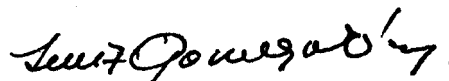
Señor Decano:

Por medio de la presente me complace comunicarle a usted que en esta fecha he concluido la revisión y corrección del trabajo de tesis del estudiante MARIO LEONEL BOSQUE MORALES, titulado "Caracterización física, química y nutricional de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) recomendadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, de Guatemala", trabajo realizado en los laboratorios de Química Agrícola del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Dicha tesis ha sido revisada y encontrada satisfactoria y considero que reúne los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted,

Atentamente,



**Luiz G. Elías - Programa
de Alimentos Básicos
División de Ciencias
Agrícolas y de Alimentos**

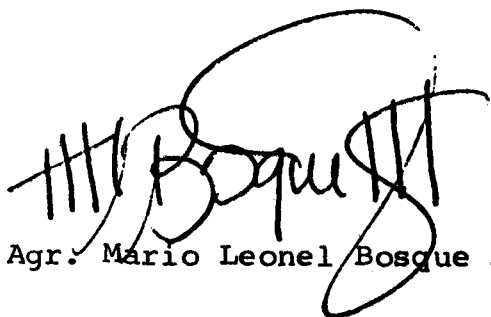
Guatemala, 22
Agosto de 1981

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

Respetable Doctor:

Por las normas que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a Ud. mi trabajo de tesis titulado: "Caracterización Física, Química y Nutricional de cinco variedades de frijol común, negro (*Phaseolus vulgaris* L.) recomendadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA", para que pueda ser revisado para su respectiva aprobación. y así llenar el último requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



P.Agr. Mario Leonel Bosque M.

DEDICO ESTE ACTO

A MIS QUERIDOS PADRES

José Alberto Bosque Aguilar
María Bertila Morales de Bosque

A MI ADORADA ESPOSA

Concepción Mendoza de Bosque

A MI QUERIDA HIJITA

Cecilia Bosque Mendoza

A MIS HERMANOS

Marilú y Gustavo Velásquez
Haroldo y Thelma de Bosque
Raúl y Any de Bosque
Hugo y Loyda de Bosque
Antonio, Adan, Guillermo,
Zurama y Sergio

A MIS ABUELOS

Antonio Bosque Sandoval (Q.E.P.D.)
Catalina Aguilar de Bosque (Q.E.P.D.)
Abel Morales Calderon (Q.E.P.D.)
Sara Valdez de Morales

A MI TIA ABUELA

Aurelia Aguilar Lopez

A MIS TIOS Y FAMILIA

Elvia Bosque
Ramiro Arriaga Aguilar
Arnoldo Morales Valdez

A MI AMIGO Y COMPAÑERO DE
PROMOCION

Hector Hugo Mendez Sosa

A MIS AMIGOS, ESPECIALMENTE

Antonio Castro Muñoz
Braulio Vidal Sandoval
Irma Chang
Luis Quieza
Ruben Ramos Ramirez (Q.E.P.D.)
Carlos Molina Muñoz

AGRADECIMIENTO

A

Ing. Agr. Arnoldo García Soto
por la asesoría de este trabajo

A

La Universidad de San Carlos de
Guatemala, Facultad de Agronomía

A

El Instituto de Ciencia y Tecnología
Agrícolas, ICTA, especialmente al Dr.
Porfirio Masaya, coordinador del pro-
grama de frijol por su valiosa cola-
boración en esta tesis.

A

El Instituto de Nutrición de Centro
América y Panamá, INCAP, especialmen-
te a los Doctores: Luis Gonzaga Elías,
Ricardo Bressani, Edgar Braham y Sr.
Enrique Amézquita.

A MI ESPOSA

Lic. Concepción de Bosque por el a-
poyo moral y valiosas sugerencias.

A MIS COMPAÑEROS DE
TRABAJO

Axel Exquite y Vinicio Rosales por la
amistad y colaboración en el desarro-
llo de este trabajo

A

Ing. Agr. Alfredo Conde Marroquín
Ing. Agr. José Alvaro Muñoz Galvez
Ing. Agr. Roberto Rodríguez
Dra. Delia Navarrete
Dr. Roberto Gómez B.
Ing. Agr. Roberto Jarquín

CONTENIDO

- . RESUMEN
- I. INTRODUCCION
- II. REVISION DE LITERATURA
- III. HIPOTESIS
- IV. OBJETIVOS
- V. MATERIALES Y METODOS
- VI. RESULTADOS
- VII. DISCUSION
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. RECOMENDACIONES
- X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
- XI. APENDICES

R E S U M E N

Dada la importancia del frijol en la dieta guatemalteca como una de las principales fuentes de proteína, y no obstante que su productividad es seriamente afectada por factores agronómicos, ambientales, tecnológicos y nutricionales lo que evita su aprovechamiento integral, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, ha promovido el cultivo de varias variedades de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris*), con características de alto rendimiento y resistencia a enfermedades, lo que viene a favorecer el incremento de la productividad de esta leguminosa.-

Se ha considerado de importancia en este trabajo determinar la existencia de correlaciones entre las características agronómicas y las características físicas, químicas y nutricionales en el grano de frijol. Además, determinar parámetros físicos, químicos y nutricionales que permitan caracterizar específicamente los materiales de frijol estudiados, así como encontrar la relación existente entre rendimiento y las características físicas, químicas y nutricionales. Estas relaciones que se mencionan son importantes como un criterio más de selección en los programas de mejoramiento.-

Los resultados indican que en lo que a rendimiento de grano respecta, no hubo diferencia alguna lo que puede deberse al hecho de que estos materiales son mejorados agronómicamente por

lo cual su diferencia sería mínima. En madurez fisiológica hubo diferencias estadísticas entre variedades, por lo que sugiere seguir dos criterios de selección. El primero es seleccionar materiales precoces para obtener mayor contenido de metionina, lo que sin embargo tendría el inconveniente de que este material tendrá mayor tiempo de cocción, el cual probablemente está determinado por el mayor porcentaje de testa y tamaño del grano. El segundo criterio es seleccionar materiales tardíos lo que implicaría una menor calidad del grano debido a un menor contenido de metionina, pero que desde el punto de vista práctico parece ser más adecuado porque en los sistemas alimentarios centroamericanos a base de cereales y leguminosas, el aminoácido más deficiente es la lisina y la deficiencia relativa de metionina en la dieta es corregida en gran parte por el cereal, en este caso el maíz. Además, y no menos importante, un menor tiempo de cocción tiene la ventaja de un menor uso de combustible que cada día es más escaso en estos países.-

En cuanto al peso del grano, hubo diferencia estadística entre variedades, lo que indica que a mayor peso del grano, mayor contenido de aminoácidos y mayor contenido de inhibidores de tripsina. Aún cuando los inhibidores de tripsina son factores ant fisiológicos, no constituyen sin embargo una desventaja nutricional ya que se inactivan con la cocción; además, pueden aportar mayor

contenido de metionina a la proteína del frijol. Respecto al tamaño de grano, se pueden seguir los criterios mencionados anteriormente.-

Se puede concluir por los resultados obtenidos de las cinco variedades de frijol comun negro (*Phaseolus vulgaris*), estudiadas, que los parámetros físicos, químicos, nutricionales y agronómicos a tomar en cuenta para caracterizar las variedades son: contenido de proteína, contenido de metionina, contenido de inhibidores de tripsina, tiempo de cocción, tamaño del grano, rendimiento y madurez fisiológica. En base a estos parámetros de caracterización, las variedades Tamazulapa D-83 e Icta D-145 resultan como superiores, la variedad Jutiapan D-35 como la inferior, y las variedades Quetzal D-30 y Rabia de gato como intermedias.-

De acuerdo a lo anterior, se recomienda impulsar las variedades Tamazulapa D-83 e Icta D-145 que resultaron ser superiores para las condiciones en que se sembraron; además, en trabajos de esta naturaleza se sugiere también utilizar los parámetros agronómicos de rendimiento, madurez fisiológica y tamaño del grano que presentaron mayor correlación significativa con las otras variables.-

Finalmente, se considera de importancia llevar a cabo un mayor número de estudios de esta naturaleza, con el objeto de tratar de armonizar los aspectos agronómicos con los de orden nutricional y con las características de aceptabilidad demandadas por el consumidor.

I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) juega papel fundamental en la dieta de la población guatemalteca, como una de las principales fuentes de proteína ya que proporciona del 20-30 % de la ingesta total. No obstante su importancia, el promedio nacional de producción de esta leguminosa es de 0.7 toneladas métricas por hectarea. Su productividad es seriamente afectada por factores agronómicos y ambientales los cuales son responsables de los bajos rendimientos, además, la presencia de algunos factores antifisiológicos, impiden la eficiente utilización y aprovechamiento biológico.-

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en su programa de mejoramiento genético de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ha promovido el cultivo de varios materiales de frijol mejorado, los cuales son recomendados a los agricultores por su alto rendimiento y otras características agronómicas deseables como: Resistencia al Mosaico, lo cual viene a favorecer el incremento de la producción nacional de este grano. Sin embargo, para un mejor aprovechamiento de estos materiales logrados por el ICTA, deben considerarse las características Físicas, Químicas y Nutricionales, que son parte constituyente de su productividad.-

Las características Físicas, Químicas y Nutricionales son importantes como un criterio más de selección en un programa de mejoramiento y para ello es importante interrelacionarlas con las características agronómicas, para así contar con los criterios necesarios para una adecuada recomendación, permitiendo el incremento de la producción y a la vez el mejoramiento de la calidad Física, Química y Nutricional de los materiales de frijol recomendados por el ICTA.-

II. REVISION DE LITERATURA

1. Factores Físicos

En estudios llevados a cabo en Centro América sobre preferencia de determinado tipo de frijol, se observó que en cinco países del área, los frijoles rojos y negros de apariencia opaca eran los preferidos y no así los de color blanco que se consumen en pequeñas cantidades. Los frijoles de tipo brillante son menos aceptados porque se considera que requieren mayor tiempo para su cocción. Respecto a la forma y tamaño se prefieren los ovalados y medianos respectivamente.-(33)

Linares y Mendoza de Bosque (30) y Sandoval (37) concuerdan en que las variedades negras son de menor peso y tamaño en relación a las blancas y rojas, este aspecto es de importancia ya que se ha encontrado que las variedades que tienen menor peso poseen mayor porcentaje de cáscara y requieren mayor tiempo de cocción.-

2. Composición Química

Se ha demostrado por trabajos de varios investigadores que las leguminosas poseen un valor nutritivo aceptable en comparación con otros productos que son la base de la alimentación de gran número de países de Latinoamérica. (6,11,31)

Desde el punto de vista de su composición Química, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) posee un alto contenido de proteína con un rango de 17-35 % estando el contenido promedio entre 20-22 %, el contenido de grasa es bajo, está entre 0.8 y 1.9 %; el porcentaje de carbohidratos presentes es alto con un rango de 45-59 % y el contenido de fibra cruda que se ha encontrado para el caso de frijol negro es de 4.3 % (5,9,13)

La proteína está concentrada en los cotiledones, 27 % y ejes embrionarios, 48 %, mientras que la cubierta de la semilla solo contiene pequeñas cantidades de proteína, 5 %. La proteína está constituida por albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas. Las globulinas se encuentran en mayor proporción, 75.%. En relación a su patrón de aminoácidos son buena fuente de lisina, pero los aminoácidos azufrados limitan su calidad (6,9). Sandoval (37) en 26 variedades de frijol

criollo de Guatemala, encontró variabilidad en cuanto a contenido de proteína, aminoácidos como metionina y triptofano, pero no en lisina. Según el contenido de aminoácidos, se ha encontrado variaciones importantes tanto entre las distintas especies como entre variedades de la misma especie (22). Bressani, (1970), llevó a cabo un trabajo con 129 variedades y observó que el contenido de metionina fluctuaba entre 0.08 y 0.356 %; de cistina, de 0.075 a 0.210 % y de lisina de 0.08 a 2.390 %; también obtuvo una correlación significativa entre el contenido de nitrógeno y lisina de 108 muestras, pero no así con aminoácidos azufrados (4). Linares y Mendoza de Bosque (30) no encontraron diferencias significativas en el contenido de metionina y lisina en 20 variedades de frijol de diferente color, pero sí en triptofano; siendo los frijoles blancos los de menor contenido. Se ha notado que además de metionina el frijol contiene cantidades limitantes de leucina y triptofano, cuando se compara con el patrón de referencias de la FAO (9,12).-

3. Valor Nutritivo

Entre los alimentos vegetales, las semillas de leguminosas, representan una rica fuente de proteína, su contenido es casi el doble de lo que contienen los cereales en general y ligeramente más alto que la carne de pescado y huevo. (35) Por estudios en tres materiales de frijol blanco, negro y rojo en perros, se observó que los frijoles de color blanco son superiores en calidad proteínica a los negros y a los rojos; los autores concluyen que son cuatro los factores que de una u otra manera influyen en la baja digestibilidad de la proteína y estos son: Inhibidores de tripsina, el procesamiento, ciertas proteínas (fracciones) resistentes a la hidrólisis y a la presencia de sustancias como los fenoles que reaccionan con las proteínas (23). Las fracciones proteicas están formadas por globulinas y también por albúminas, estas proteínas no son capaces de cubrir los requerimientos proteicos ya que son deficientes en ciertos aminoácidos azufrados como la metionina y cistina por lo tanto las dietas que solo contienen leguminosas como fuente de proteína no pueden promover el crecimiento normal de las ratas, aún cuando se administren a niveles altos (35). El valor biológico de las leguminosas al igual que su digestibilidad es muy variable no solo entre especies sino entre variedades de la misma especie (21). Sin embargo las causas de la baja digestibilidad no han sido

completamente aclaradas. En frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) predominan las globulinas que son resistentes a la hidrólisis por enzimas proteolíticas lo que puede explicar en parte la baja digestibilidad de la proteína del frijol (6). Bressani y col. (8), estudiaron la función de factores antinutricionales, tratamientos térmicos, fracciones de nitrógeno soluble en agua, de proteínas resistentes a la hidrólisis enzimática, de pigmentos presentes en la cáscara, de la velocidad de paso del alimento a través del tracto gastrointestinal y de condiciones de almacenamiento de granos sobre la digestibilidad de las leguminosas, indican que estos factores pueden influir en la digestibilidad de las proteínas, pero sugieren mas investigación al respecto.-

Los frijoles negros crudos son tóxicos para los animales de experimentación, provocando una disminución de peso y la muerte en dos a tres semanas cuando constituyen la única fuente de proteína (21). La cocción tiene influencias en la mejora del valor nutritivo, lo cual ha sido comprobado repetidas veces (8,23). Linares y Mendoza de Bosque (30), dicen que las características nutricionales de los frijoles blancos presentan los mejores valores en NPR y Digestibilidad de la proteína.-

4. Factores Tóxicos

Las variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), se cuentan como las leguminosas más importantes en la nutrición humana en la América Latina, Africa e India; desafortunadamente contienen un mayor número de factores antinutricionales comparados con otras leguminosas. Según Fukuda (14), trabajando con siete cultivares de frijol, indicó que las de mayor contenido en promedio de factores antinutricionales fueron los frijoles de color rojo, seguido de los negros y por último los blancos, siendo en orden inverso los coeficientes de digestibilidad "Invitro".-

4.1. Inhibidores de tripsina

Osborne y Mendel (1917), hicieron la observación que la Soya debía ser cocida para producir un crecimiento normal en ratas. Posteriormente Kunitz (1945), aisló de la Soya cruda una proteína cristalina que presentaba la propiedad de combinarse con la tripsina formando un complejo inactivo, se asu-

mió logicamente que el inhibidor de tripsina era el responsable del pobre valor nutritivo de la Soya cruda, además, el hecho de que la adición de metionina mejoraba marcadamente el valor nutritivo de la Soya cruda fue tomado como índice de que el inhibidor de la tripsina interfería en alguna forma con la disponibilidad de la metionina del frijol crudo (26). Muchos investigadores concuerdan con la propiedad del inhibidor de la tripsina de inhibir las enzimas proteolíticas del tracto gastrointestinal afectando la digestibilidad, se ha observado que la ingesta de leguminosas crudas provoca hipertrofia del páncreas y tal hipertrofia lleva una excesiva pérdida de enzimas pancreáticas, ricas en cistina, lo que redundaría en una pérdida neta de aminoácidos azufrados endógenos. (3,20,28,29)

4.2. Los taninos y polifenoles

Los taninos están estrechamente relacionados con los fenoles polihídricos naturales y se clasifican de acuerdo a la capacidad de precipitar ciertas proteínas, por astringencia, por formar soluciones coloreadas y por precipitar hierro y otros metales; son insolubles en solventes orgánicos de grasas pero forman soluciones coloidales con agua y alcohol. (24) Gonzalez Dolores (15), observó en diferentes variedades de frijol que el contenido de taninos y polifenoles expresados como ácido tánico era alto en las variedades coloreadas y muy bajo en las blancas, asimismo, la actividad antitriptica en las variedades coloreadas estaba localizada en la cáscara. Elías y col. (12), demostraron que la presencia de los taninos y polifenoles asociados, pueden afectar el valor nutritivo del caldo de cocción de los frijoles. La inclusión de este caldo en la harina del frijol cocido disminuye la ganancia de peso y utilización de la proteína, siendo más notable, el efecto en el caso del frijol común rojo y negro que en las variedades blancas. Tal detrimento en el valor nutritivo del frijol cocido se debe a la menor digestibilidad del caldo.-

5. Mejora genética de la calidad nutritiva de las leguminosas

El problema de la disponibilidad de los alimentos puede ser solventada en parte por los fitomejoradores en dos formas: Incrementando la producción y/o introduciendo características nutricionales superiores a los cultivos alimenticios (7). El grupo consejero en proteínas de las Naciones Unidas: Protein Adviso-

ry Group, en julio de 1972 organizo un simposio en el que se discutió todo lo relacionado con el mejoramiento nutricional de las leguminosas por medios genéticos. Aunque no se llegó a establecer metodologías y estándares nutricionales para la selección de variedades mejoradas, si se dieron pautas importantes con el fin de orientar las investigaciones a la consecución de tales objetivos (32). Linares y Mendoza de Bosque (30), recomiendan hacer correlaciones múltiples dentro de muestras del mismo color en sus diferentes parámetros, ya que esto puede dar una base más firme para predecir las características óptimas que puedan coadyuvar a los programas de mejoramiento en la fase de selección.-

6. Factores agronómicos

Investigadores de todo el mundo (38), se reunieron en el CIAT, Colombia, en octubre de 1976, para fijar los mecanismos de operación del primer vivero internacional de rendimiento y adaptación del frijol (*Phaseolus vulgaris*). Como consecuencia de esta reunión, se sugirió que los datos a tomar en cuenta por ser componentes primarios del rendimiento son: Rendimiento, número de vainas por planta, peso de semilla, número de plantas cosechadas, días a floración, altura de planta, volcamiento, dehiscencia, calidad de la semilla, días hasta la maduración fisiológica, fecha de madurez de la cosecha y ataque de enfermedades.-

Voysest (38), reporta coeficientes de correlación de 54 experimentos dados en 22 países, notandose variabilidad en cuanto a este análisis estadístico; aunque se repitieron valores negativos bastante consistentes respecto al peso de grano las demas variables como: Rendimiento, días a floración, madurez fisiológica, número de vainas por planta, número de granos por vaina, ataque de enfermedades, altura de planta y volcamiento mostraron variabilidad respecto a su curva.-

III. HIPOTESIS

Actualmente la base fundamental para la recomendación de materiales mejorados de frijol, ha sido el aspecto agronómico sin tomar en cuenta los factores Físicos, Químicos y Nutricionales del grano, que juegan papel importante en la productividad y aprovechamiento eficiente de esta leguminosa.-

Dado lo anterior, la hipótesis general se basa en:

- a) "La existencia de correlación entre las características Agronómicas y características Físicas, Químicas y Nutricionales en el grano del frijol".-
- b) "Los factores Físicos, Químicos y Nutricionales del grano de frijol estan relacionados con el factor Rendimiento de grano".-

IV. OBJETIVOS

1. General

"Determinar la existencia de correlaciones entre características Agronómicas y características Físicas, Químicas y Nutricionales en el grano de frijol".-

2. Específicas

- a) "Determinar parámetros Físicos, Químicos y Nutricionales que permitan caracterizar específicamente los materiales de frijol estudiados".-
- b) "Determinar relaciones existentes entre Rendimiento y características Físicas, Químicas y Nutricionales en el grano de frijol".-

V. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo con cinco variedades de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris* L.), mejorados agrónomicamente por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, los cuales fueron sembrados en Monjas, Jalapa, usando un diseño de Bloques al azar en cuatro repeticiones. Cada repetición se muestreó cuidadosamente al azar, luego estos materiales fueron trasladados dentro de sacos de Kenaf a los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, junto con la información agronómica útil para el presente estudio. Las variedades de frijol son:

1. Jutiapan D-35
2. Tamazulapa D-83
3. Rabia de Gato
4. Icta D-145
5. Quetzal D-30

La metodología seguida en este trabajo fue: De cada variedad de frijol, se tomaron cuatro muestras de veinticinco granos al azar, por cada repetición y, utilizando la metodología que se describe a continuación se les determinó lo siguiente:

1. Aspectos físicos
 - a) Peso promedio de 25 granos, en gramos
 - b) tamaño de grano, el cual se expresó como volumen en mililitros de 25 granos
 - c) Porcentaje de absorción de agua, el cual se determinó dejando en remojo los frijoles por 16 horas en agua destilada, con una relación 1:3 (frijol-agua), posteriormente se decantó el agua a los granos para pesarlos, se utilizó la fórmula de:

$$\% \text{ de Absorción de agua} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

- D) Porcentaje de testa de grano: La metodología que se utilizó en este trabajo fue: Se remojaron los granos por 16 horas con el objeto de facilitar la separación manual de la testa, luego se secaron cotiledon y testa por dos horas en estufa con ventilación a 30-40 grados centígrados, posteriormente se pesó ambas fracciones.

- e) Tiempo de cocción: Se puso en remojo los frijoles por 16 horas, se sacan del remojo y se trasladan a un beaker con agua en ebullición los cuales estan en estufas eléctricas con condensadores, el tiempo de cocción se determinó cuando el 50 % de granos estaban reventados.
- f) Color del grano, se determinó subjetivamente.

2. Aspectos Químicos

En harina cruda y cocida del grano entero se hicieron analisis de:

- a) Proteína, por Macrokjeldahl (1)
- b) Taninos, expresados como catequina (36)
- c) Inhibidores de tripsina, expresados como unidades de tripsina inhibida, UTI, (24)
- d) Metionina, por método microbiológico (17)

3. Aspectos Nutricionales

Para los ensayos biológicos, los frijoles fueron cocidos empleando el siguiente método: Se limpiaron los frijoles luego se pesó la cantidad deseada e inmediatamente se remojaron por 18 horas en relación sólido-líquido, 1:3 (frijol-agua) posteriormente se cocieron en retorta por media hora a 121 grado centígrado, 15 libras de presión. El frijol más caldo se deshidrató en una estufa con aire a 60 grados centígrados para luego molerlo a una malla 40. Con este material, de cada variedad, se realizaron los trabajos respectivos, para esto se emplearon ratas de 21 días, recién destetadas de la raza Wistar de la colonia animal del INCAP, utilizando ocho animales por grupo, 4 machos y 4 hembras. Las ratas se distribuyeron según su peso inicial, de manera que el peso promedio de cada grupo no variara en más de un gramo respecto a los otros grupos. Los animales se colocaron en jaulas individuales de tela metálica con fondo levantado y recibieron alimento y agua ad-libitum durante 28 días. En el cuadro No. 5 se presenta la composición de las diferentes dietas, además el material a evaluar se estandarizó al 10 % de proteína, se usó como controles un grupo a base de caseína y otro a base de dieta libre de nitrógeno, con almidón. A partir del alimento consumido, de la proteína ingerida y del aumento de peso se calculó la cali-

dad nutritiva de la proteína en base a las razones conocidas como: Razón de la proteína neta, NPR, Razón de la eficiencia de la proteína, PER y Eficiencia del alimento. Los valores se obtuvieron a partir de las siguientes fórmulas (32).

1.
$$NPR = \frac{\text{Peso grupo exp.} + \text{Peso grupo DLN}^*}{\text{Prot. ingerida grupo exp.}}$$
2.
$$PER = \frac{\text{Aumento de peso, g.}}{\text{Prot. consumida, g.}}$$
3.
$$\text{Efi.Al.} = \frac{\text{Alimento ingerido, g.}}{\text{peso ganado, g.}}$$

* = dieta libre de nitrógeno

Obtenida la información de laboratorio, descrita anteriormente, se ajuntó a la información de campo proporcionada por el ICTA, ver cuadro No. 1, con lo cual se completó lo requerido para los análisis estadísticos.-

Los análisis estadísticos se basaron en correlaciones lineales y cuadráticas entre los parámetros estudiados. (10) Dichos análisis se efectuaron de la siguiente manera, ver cuadro No. 6. Además se efectuaron análisis de varianza entre variedades, usando los mismos parámetros en estudio.-

VI. RESULTADOS

Las principales características agronómicas se encuentran resumidas en el cuadro No. 1. Como la principal y más importante característica, se considera el rendimiento, las restantes son características más de descripción fisiológica. En lo relativo a rendimiento se observa que la variedad Tamazulapa presenta los valores más altos, 1306 Kg./Ha. aún y cuando dicho valor no presenta una diferencia significativa con el resto de variedades.-

En días a floración, se observa que la variedad Rabia de gato se presenta como la más precoz y la variedad Jutiapan como la más tardía, 30 y 37 días respectivamente, siendo el valor de la variedad Rabia de gato diferente significativamente respecto a las demás variedades.-

En cuanto a Madurez fisiológica, la variedad Rabia de gato presenta los valores de más precoz, 61 días y con alta significancia y la variedad Jutiapan como la más tardía, 74 días.-

En lo relativo a los componentes de rendimiento, observamos que para la característica de: Número de vainas por planta la variedad Icta D-145 con un valor promedio de 16 vainas por planta, da los valores más altos respecto a las otras variedades.-

Para número de granos por vaina, la variedad Jutiapan y la Tamazulapa presenta los valores más altos.-

En el cuadro No. 2, se presentan las características Físicas del granos de las variedades estudiadas.

Según su volumen, los mayores lo presentan las variedades: Icta D-145, Rabia de gato y Tamazulapa con valores de 0.774, 0.768 y 0.763 mililitros por grano, valores estadísticamente iguales, y la Jutiapan como la más pequeña con 0.714 mililitros por grano.-

Para peso del grano, la variedad Icta D-145 con un valor promedio de 0.236 gramos por grano tiene el peso más alto y la variedad Jutiapan con 0.186 gramos por grano con el peso más bajo.-

Respecto al porcentaje de testa en el grano, las variedades Rabia de gato y Tamazulapa presentan las mayores cantidades, 9.95 y 9.6 % respectivamente.-

Para la caracterización de porcentaje de absorción de agua, las variedades Tamazulapa y Quetzal presentan los valores más altos y la variedad Jutiapan los porcentajes más bajos.

En relación al tiempo de cocción expresado en minutos la variedad Jutiapan se considera la mejor, ya que su tiempo de cocción promedio fue de 48.5 minutos y las que mayor tiempo de cocción requirieron fueron las variedades Quetzal, Rabia de gato e Icta D-145.-

Las principales características Químicas para el frijol crudo se presentan en el cuadro No. 3.

Se observa que los valores promedio de proteína varían entre 22.8 y 26.9 gramos por ciento, en materia seca, siendo el valor más alto para la variedad Tamazulapa y el más bajo para la variedad Jutiapan.

En lo relativo al contenido de metionina, siempre expresado en cien gramos de materia seca, los valores más altos se observan para las variedades Icta D-145 y Rabia de gato, con un promedio de 0.215 y los más bajos para la variedad Jutiapan.-

En cuanto al contenido de Inhibidores de tripsina, la variedad Tamazulapa presenta el menor valor, 5.16 unidades tríplicas inhibidas, UTI, por mililitro y la variedad Icta D-145 como la de mayor contenido, 11.0 UTI por mililitro.-

Para el contenido de taninos, la variedad Quetzal presenta los menores valores pero sin una significancia entre variedades.-

Respecto a características Químicas y Nutricionales para el frijol cocido, los resultados se resumen en el cuadro No. 4.

Se observa que los valores de proteína más altos corresponden a la variedad Tamazulapa, 27.5 gramos por cien gramos de muestra y el más bajo para la variedad Jutiapan con 24.0 gramos por cien gramos de muestra seca.-

En lo relativo al aminoácido azufrado, metionina, la variedad Tamazulapa le corresponde el contenido más alto, 0.182 gramos por cien gramos de muestra y la variedad Icta D-145, el contenido más bajo, 0.153 gramos por cien gramos de muestra.

En lo concerniente a los parametros nutricionales, las pruebas biológicas no fueron diferentes estadísticamente, pero la variedad Tamazulapa presentó los valores más altos de NPR y PER, 1.26 y 0.74 respectivamente.-

En cuanto a eficiencia del alimento la variedad Rabia de gato se presentó como la más eficiente, con un valor de 15.5 aunque estadísticamente no fué diferente respecto a las demás variedades.-

Al realizar analisis de correlación Lineal y Cuadrática entre los parámetros en estudio, ver cuadro No. 6, se encontraron niveles de significancia para algunas de las correlaciones sin embargo se encontraron valores de r para ambas correlaciones relativamente altas respecto a la mayoría y que si bien no da niveles de significancia estadística, nos pueden dar idea respecto a la tendencia que presentan estas relaciones, considerando tambien que para la realización de un estudio más detallado sobre correlaciones se involucra el manejo de mucho más información; puede decirse que los resultados que se presentan a continuación nos daran una vision sobre las relaciones en las cuales haya que enfocar la atención en trabajos futuros.-

Considerando las principales características para cada uno de los parámetros, puede decirse que en lo relativo a parametros agronómicos, el rendimiento no nos muestra en este caso correlación significativa en ninguno de los casos, sin embargo puede verse que muestra tendencia positiva en su relación con proteína cruda, además una tendencia negativa con metionina e inhibidores de tripsina.-

Para el caso de madurez fisiológica, dentro de los parametros químicos, la proteína cruda y metionina muestran tendencias negativas, siendo significativa unicamente para metionina, no asi en inhibidores de tripsina y taninos los cuales presentan tendencias positivas; al analizarla con los datos físicos se pudo observar en todos, tendencia negativa y nivel de significancia con tiempo de cocción, porcentaje de testa y tamaño de grano.-

Para número de granos por vaina, con proteína dió tendencia positiva y con metionina e inhibidores de tripsina presentó tendencia negativa y significancia únicamente con éste último, asimismo al correlacionar con porcentaje de testa, tamaño y peso de grano, se observó tendencias negativas y no así en el porcentaje de absorción de agua que su tendencia fué positiva.-

Al analizar el parámetro agronómico, número de vainas por planta, se observó que sus correlaciones con proteína y taninos dieron tendencias negativa, pero no así en metionina e inhibidores de tripsina que resultaron positivos.-

Para los parámetros Físicos, al correlacionar el número de vainas por planta se observó que con tiempo de cocción, porcentaje de absorción de agua, porcentaje de testa y tamaño de grano dió tendencias positivas; significancia únicamente se obtuvo con porcentaje de absorción de agua.-

Al correlacionar los parámetros nutricionales respecto a los demás, se pudo notar una alta correlación entre NPR y PER; para proteína y taninos muestran únicamente tendencias positivas aunque metionina, inhibidores de tripsina resultaron negativos, asimismo en los parámetros físicos todos resultaron con tendencias negativas.-

Al correlacionar los datos químicos, para proteína se observó que con metionina la tendencia fué positiva y no así en inhibidores de tripsina y taninos que resultaron ser lo contrario.

Para los aspectos físicos que son: Tamaño y peso de grano, sus tendencias fueron positivas presentando significancia solamente con tamaño de grano.

Para metionina, su correlación respecto a inhibidores de tripsina y taninos resultaron negativas.

Respecto a tamaño y peso de grano se observa tendencia positiva y con alta significancia.-

Para inhibidores de tripsina, con peso de grano la tendencia fué positiva, presentando una alta significancia; con porcentaje de testa y tamaño de grano las tendencias fueron

negativas pero significancia solo se presentó con porcentaje de testa.-

La correlación de taninos con porcentaje de testa como para el tamaño de grano dió tendencia negativa, no así al peso de grano que su tendencia fué positiva pero su valor no tuvo significancia alguna.-

El analisis de los aspectos físicos de grano mostró que para tiempo de cocción con respecto a las demás características tanto para el porcentaje de absorción de agua, porcentaje de testa y peso de grano dieron tendencias positivas y con valores que superan a las demás correlaciones aunque no fuesen significativas, siendo significativa únicamente la correlación con tamaño de grano.-

Para porcentaje de absorción de agua, tambien resultaron tendencias positivas al correlacionarlos con porcentaje de testa, tamaño y peso de grano aunque fué únicamente significativo con tamaño de grano.-

Respecto a porcentaje de testa de grano con tamaño y peso de grano las tendencias fueron positivas sin significancia.-

Por último el tamaño de grano, al correlacionarlo con peso de grano se pudo observar una alta correlación en su valor, tanto para la correlación lineal como la cuadrática que su tendencia fué positiva.-

En el cuadro No. 7, se resume: La superioridad, el término medio y la inferioridad de cada una de las variedades, grado que fué sacado interpretando el análisis de varianza entre variedades del presente estudio; dada la significancia de cada uno de los análisis y su diferencia mínima significativa, bastó para encontrar entre los parámetros cual o cuales de las variedades eran diferentes a todas o cuales pertenecía a un mismo grupo estadísticamente. El número que aparece en el cuadro No. 7. para cada escala, obedece al número de orden de las variedades de este trabajo.-

VII. DISCUSION

En aspectos de fitomejoramiento las características más importantes a considerar son las agronómicas y las físicas ya que son las más factibles de realizar durante el trabajo de campo. Por lo anterior únicamente entraremos a discutir las principales características mencionadas.-

En cuanto a rendimiento puede decirse que para los resultados obtenidos en este trabajo, la no existencia de diferencias estadísticas entre variedades puede deberse al hecho de que estos materiales son considerados como mejorados agroméricamente, por lo cual las diferencias en rendimiento entre ellos no llega a manifestarse claramente.-

Al correlacionar este parámetro con las demás características estudiadas, puede decirse que con los aspectos químicos presentan en algunos casos tendencias inversamente proporcionales, lo cual ha sido reportado por otros autores (30), a este respecto sería de interés prestar una mayor atención en futuros estudios sobre las posibles relaciones entre el rendimiento y las características físicas, químicas, nutricionales y de aceptabilidad de las leguminosas; a pesar de que el rendimiento por unidad de área es el parámetro más importante desde el punto de vista agronómico, este sin embargo no garantiza por si solo el valor alimenticio y aún menos la aceptabilidad de este alimento básico por parte del consumidor.-

En madurez fisiológica, se encuentran diferencias estadísticas entre variedades, lo cual agronómicamente es deseable ya que esto permite ampliar la recomendación en cuanto a fechas de siembra. Esta característica está correlacionada con características físicas, y químicas. De acuerdo a ello pueden tomarse dos criterios: a) Al seleccionar materiales precoces se obtendrá un mayor contenido de metionina, lo cual nutricionalmente es beneficioso por ser este aminoácido limitante en esta leguminosa, pero presenta la inconveniencia de que tendría un mayor tiempo de cocción y se considera que este mayor tiempo de cocción está determinado por el mayor porcentaje de testa y tamaño de grano, (30).-

b) El otro criterio o sea seleccionar en base a materiales tardíos, implicaría un menor contenido de metionina lo cual afectaría su calidad nutricional pero al considerar aspectos culinarios se favorecería ya que presentan un menor tiempo de cocción, esto puede considerarse por ser materiales que tienen un menor porcentaje de testa y tamaño de grano, (30).-

Desde el punto de vista práctico, el segundo criterio parece ser el más adecuado ya que por lo general en los sistemas alimentarios a base de cereales y leguminosas, como es el caso de la dieta Centroamericana, el aminoácido más deficiente es la lisina; por otro lado la deficiencia relativa de la metionina en la dieta es suplida en gran parte por el cereal que en este caso es el maíz (30). Además las variedades que necesitan un menor tiempo de cocción tienen la ventaja de usar menos combustible, recurso este que cada día es más caro y escaso, principalmente en el área rural de nuestros países.-

En días a floración solo existieron diferencias estadísticas entre variedades, lo que nos permite discernir en cuanto a diferencias entre variedades, además días a floración muestra una alta correlación con madurez fisiológica por lo cual pueden considerar los mismos criterios.-

En número de granos por vaina, aún y cuando no se presentaron diferencias entre variedades, el número de granos por vaina puede considerarse como un factor de selección para materiales con bajo contenido de inhibidores de tripsina.-

En número de vainas por rama y número de vainas por planta, estas características solo presentaron diferencias estadísticas entre variedades, por lo tanto se consideran como factores de rendimiento.-

Para peso de grano, se muestran diferencias estadísticas entre variedades, lo cual permite definir criterios de selección tales como: A mayor peso de grano, mayor contenido de aminoácidos como metionina, pero también presentan un mayor contenido de inhibidores de tripsina. A este respecto, algunos autores consideran que un mayor contenido de inhibidores de tripsina no necesariamente constituye una desventaja nutricional, ya que este inhibidor de naturaleza proteínica, no solo se inactiva durante el proceso de cocción sino también puede aportar un mayor contenido de metionina a la proteína del frijol. (30), debido a que esta sustancia tiene un contenido relativamente mayor de

aminoácidos azufrados.-

En tamaño de grano, se encuentra variabilidad significativa entre variedades, pudiendo definirse como para el caso de peso de grano, que a mayor tamaño de grano se obtendrá un mayor contenido de proteína, y metionina y aunque la correlación no fue significativa, una tendencia a un contenido menor de inhibidores de tripsina.-

Al seleccionar por tamaño deberá considerarse aspectos de preferencia culinaria, ya que a mayor tamaño de grano se obtendrá un mayor tiempo de cocción, lo que concuerda con otros autores (30), Sin embargo, es necesario también indicar que otros autores (30), han encontrado resultados opuestos con respecto al tamaño de grano y al tiempo de cocción. Por lo tanto en este sentido se necesitaría estudiar un mayor número de muestras para poder llegar a una conclusión definitiva.-

VIII. CONCLUSIONES

1. Los parámetros físicos, químicos y nutricionales a considerar para caracterizar una variedad, de acuerdo al criterio expuesto a este trabajo son: Rendimiento, madurez fisiológica, contenido de proteína, contenido de metionina, contenido de inhibidores de tripsina, tiempo de cocción y tamaño de grano. Parámetros que a excepción de contenido de metionina e inhibidores de tripsina, cuentan con metodologías relativamente accesibles al fitomejorador
2. De acuerdo a la caracterización de los materiales estudiados, se consideran las variedades Tamazulapa D-83 e Icta D-145 como las superiores; a la variedad Jutiapan D-35 como la inferior y las variedades Quetzal D-30 y Rabia de gato como intermedias.-
3. Los factores agronómicos, físicos y químicos se encuentran correlacionados de diversas formas, considerando que esto puede ser producto de la gran variabilidad genética del grano y a las condiciones ambientales a que se sometió el ensayo experimental.-
4. Según las correlaciones obtenidas, el agrónomo puede considerar características de campo para ampliar su criterio de selección, tales como: Rendimiento, Madurez fisiológica y tamaño de grano que son los parámetros que presentan mayor correlación significativa con otras variables de naturaleza química y física.-

IX. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados de este trabajo y a los criterios de selección usados, se recomienda impulsar las variedades Tamazulapa D-83 é Icta D-145 para las condiciones en que se sembraron
2. En trabajos de esta naturaleza se recomienda utilizar los parámetros que presentaron mayor correlación significativa con las otras variables siendo estos: Rendimiento, madurez fisiológica y tamaño de grano
3. Se recomienda trabajar con una mayor cantidad de variedades de frijol común negro (*Phaseolus vulgaris*), para tratar de definir la variabilidad natural en las mismas con le propósito de aprovecharla en trabajos de mejoramiento.
4. Se sugiere continuar trabajos de este tipo, de preferencia con los mismos materiales de frijol común negro, (*Phaseolus vulgaris*), y en distintas localidades para saber cual o cuales de los parámetros de este estudio se repiten con consistencia y así predecir con seguridad los indicadores definitivos que se pueden usar en la etapa de selección del mejoramiento.

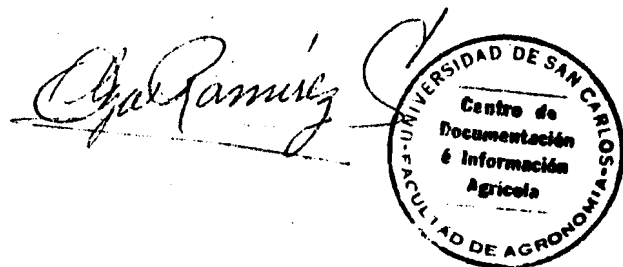
X REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. WASHINGTON. Official methods of analysis of the A.O.A.C. Washington, 1972, pp. 532
2. AYKROYD, W.C., DOUGHTY, J. Legumes in human nutrition Rome, Italy, FAO, 1964, pp. 80-95, (Nutritional Studies, no. 19)
3. BOOTH, A.N., ROBBINS, D.J. Y RIBELIN, W.E. Effect of raw soybean meal and amino acid on pancreatic hypertrophy in rats, Proc. Sec. Exp. Biol. Med., 104: 681-683, 1960
4. BRESSANI, R. Variación en el contenido de nitrógeno, metionina y lisina de selecciones de frijol En: reunión anual del programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de los cultivos alimenticios, PCCMCA, no. 15, El Salvador, San Salvador, febrero, 24-28, 1969 Guatemala, IICA, 1970, pp. 5-7
5. ———, y ELIAS, L.G. Evaluación de la calidad proteica de varias leguminosas de grano, usando diversos métodos biológicos, Arch. Latinoam. Nutr., 26:325-339, 1976
6. ———, y ELIAS, L.G. Legume foods En: Altschul, A. ed. New protein foods, London, Academic Press, 1974 pp. 230-297
7. ———, y ELIAS, L.G. Tentative nutritional objectives in the major food crops for plant breeders. Presented at the meeting ad-hoc working group of protein methods for cereal breeders. Obregon, Mexico, April, 17-20, 1974, pp. 12-18
8. ———, ELIAS, L.G. y MOLINA, M.R. Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. Arch. Latinoam. Nutr. 27(2):215-231, 1977
9. ———, ELIAS, L.G. y NAVARRETE, D. Nutritive value of central american beans IV. The essential amino

- acid content of sample of black beans, rice beans and cow-peas of Guatemala, J.Food Sci. 26(5):525-528, 1977
10. COCHRAN, W.G. Y GERTRUDE, M.C. Experimental designs. New York, John Wiley, 1950, 454 pp.
 11. ELIAS, L.G., BRESSANI, R. Y MIRANDA, H. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, 26: 375-380. 1976
 12. _____, GONZALEZ DE FERNANDEZ, D. Y BRESSANI, R. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein, J.Food Sci. 44(2) 524-527, 1979
 13. FINKS, A.J. Y JOHNS, C. The nutritive value of the proteins from velvet beans. Am. J. Physiol. 57:61-67. 1921
 14. FUKUDA, G. Significado de algunos indicadores químicos y biológicos en la evaluación del frijol (*Phaseolus vulgaris*) Tesis (Mag.Sci.) Guatemala, Universidad de San Carlos. Facultad de Ciencias Químicas-INCAP-CESNA, Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Guatemala, 1978, pp. 6-42
 15. GONZALEZ DE FERNANDEZ, D. Estudios sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara del frijol y el valor nutritivo de este, Tesis (Mag.Sci.) Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia-INCAP-CESNA, Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Guatemala, pp. 60-61, 1975
 16. HINTZ, H.F. HOGUE, D.E. Y KROOK, L. Toxicity of red kidney beans in the rats. J. Nutr., 93:77-86, 1967
 17. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA, Métodos de laboratorio, análisis de alimentos, Guatemala 1967, 94 pp.
 18. ISHINO, K. Y ORTEGA, M. Fractionation and characterization of major reserve proteins from seeds of (*Phaseolus vulgaris*). J. Agric. Food Chem., 23(3):529-531 1975

19. JAFFE, W.G. y CAMEJO, G. La acción de una proteína tóxica aislada de caraotas negras (*Phaseolus vulgaris*) sobre la absorción intestinal en ratas. *Acta Cient. Venez.*, 12:59-61, 1961
20. ———., Limiting essential amino acid of some legumes seeds. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 71:398-399, 1949
21. ———., Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en America Latina. En: Conferencia sobre recursos proteínicos en America Latina. Guatemala ICAP. febrero, 24-27, 1970, pp. 228-241
22. ———. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación Venez. *Nutr.* 1: 107-126 1950
23. ———., y otros. Nuevos estudios sobre un factor tóxico de las caraotas crudas (*Phaseolus vulgaris*) *Arch. Venez. Nutr.* 6:195-205, 1955
24. KAKADE, M.L. y EVANS, R.J. Growth inhibition of rats fed raw navy bean (*Phaseolus vulgaris*), *J. Nutr.* 90: 191-198, 1966
25. KELLY, J.F. Genetic variation in the methionine levels of mature seeds of common beans (*Phaseolus vulgaris*) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:561-563, 1971
26. LIENER, I.E. Antitryptic and other antinutritional factors in legumes. En: Symposium on the Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding, Rome, Italy, july, 3-5, 1972, New York, John Wiley, 1973, pp. 239-258
27. ———. Legume toxins in relation to protein digestibility a review. *J. Food Sci.* 41:1076-1081, 1976
28. ———. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.* 11:281-299, 1962
29. ———. y PALLANSCH, M.J. Purification of toxic substance from defatted soybean flour. *J. Biol. Chem.* 197: 29-36, 1952

30. LINARES, S. Y MENDOZA DE BOSQUE, C. Evaluación de estándares nutricionales y tecnológicos de 20 variedades de *Phaseolus vulgaris*, Tesis (Mag.Sci.) Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia-INCAP-CESNA, Curso de Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guatemala, 1979 pp. 49-53
31. MEINERS, C. Y OTROS. Proximate composition and yield of raw and cooked nature dry legumes. J. Agric. Food Chem. 24(6): 1122-1125, 1976
32. MILNER, M. Nutritional improvement of food legumes by breeding. Rome, Italy, july 3-5, 1972, New York, John Wiley, 1973, pp. 389-390
33. MIRANDA, M.H. Algunos aspectos relacionados a introducción de nuevas variedades o especies de leguminosas de grano en Centro America. Arch.Latinoam. 27(2): 18-26 1977
34. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Evaluation of protein quality, report of an international conference. Washington, 1973. pp. 23-27 (NAS-NRC, publication 1100)
35. PENNACCHIOTTI, I. Y SEHMIDT-HEBBEL, H. Valoración de aminoácidos en leguminosas chilenas. Arch. Lat. Nutr. 28(3), 233-234, 1971
36. PRICE, M.L. , VAN SCOYOC, S. Y BUTLER, L.G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J.Agric. Food.Chem.26(5): 1212-1218, 1978
37. SANDOVAL, J.S. Analisis de calidad y sanidad de 26 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), recolectadas en diez municipios del departamento de Chimaltenango, Tesis, Ing, Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, pp. 5-71, 1979
38. VOYSEST, V.O. Resultados del primer vivero internacional de rendimiento y adaptación de frijol (*Phaseolus vulgaris*) Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1976, pp. 5-202



XI

APENDICES

CUADRO No. 1.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Variedad	Rendimiento (Kg/Ha)	Mad.fisiolg. (días)	Floración (días)	No.vainas/ rama	No.vainas/ planta	No.granos vaina
Jutiapan D-35	853.81	74.00	37.00	3.00	15.00	6.00
Tamazulapa D-83	1036.68	71.00	36.00	4.00	13.00	6.00
Rabia de gato	812.18	61.00	30.00	7.00	14.00	5.00
Icta D-145	870.60	71.00	32.00	8.00	16.00	5.00
Quetzal D-30	909.39	71.00	35.00	7.00	12.00	5.00

CUADRO No. 2
CARACTERISTICAS FISICAS

Variedad	Tamaño grano (Vol.ml.)	Peso grano (gramos)	Testa grano %	Abs. agua %	Tiempo cocción (minutos)
Jutiapan D-35	0.714	0.186	9.03	101.10	48.50
Tamazulapa D-83	0.763	0.209	9.60	106.45	52.25
Rabia de gato	0.768	0.213	9.95	105.30	57.75
Icta D-145	0.774	0.236	8.80	104.10	54.50
Quetzal D-30	0.760	0.206	8.80	106.40	57.80

CUADRO No. 3
CARACTERISTICAS QUIMICAS (Harina molida y cruda)

26

Variedad	Proteína (gr/100 mat.seca)	Metionina (gr/100 mat.seca)	Inhibidores trips. (UTI/ml.)	Catequina (mg/gr.)
Jutiapan D-35	22.8	0.185	10.40	3.61
Tamazulapa D-83	26.9	0.194	5.60	3.41
Rabia de gato	24.7	0.215	6.60	3.22
Icta D-145	25.1	0.215	11.00	3.40
Quetzal D-30	25.8	0.199	10.80	3.11

CUADRO No. 4
CARACTERISTICAS QUIMICAS Y NUTRICIONALES (Harina molida, cocida)

Variedad	Proteína (gr/100 mat.seca)	Metionina (gr/100 mat.seca)	NPR	PER	Eficiencia de Alimento
Jutiapan D-35	24.0	0.158	1.15	0.69	18.3
Tamazulapa D-83	27.5	0.182	1.26	0.74	28.1
Rabia de gato	25.0	0.156	1.09	0.62	16.5
Icta D-145	25.4	0.158	0.98	0.45	19.0
Quetzal D-30	25.9	0.164	1.01	0.53	24.9
Control:Caseína			3.03	2.59	3.9

CUADRO No. 5.

COMPOSICION QUIMICA DE DIETAS DEL ENSAYO BIOLOGICO PARA 100 GRAMOS

Material constituyente	Variedad Jutiapan (dieta 1.)	Variedad Tamazulapa (dieta 2)	Variedad Rabia gato (Dieta 3.)	Variedad Icta D-145 (Dieta 4.)	Variedad Quetal (Dieta 5.)	Caseína (Dieta 6.)	Almidon (Dieta 7.)
Harina de frijol cocido,	43.3 g.	37.3 g.	41.3 g.	40.8 g.	39.2 g.	11.3 g.	-----
Minerales ¹	4.0 g.	4.0 g.	4.0 g.	4.0 g.	4.0 g.	4.0 g.	4.0 g.
Sol.vitaminas ²	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.
Aceite algodón	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.
Aceite bacalao	1.0 ml.	1.0 ml.	1.0 ml.	1.0 ml.	1.0 ml.	1.0 ml.	1.0 ml.
Almidon	46.7 g.	52.7 g.	48.7 g.	49.2 g.	50.8 g.	78.7 g.	90.0 g.
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1. Hegsted, D.M., Mills, R.C., Elvehjem, C.A. y Harth E.B. Choline in the nutrition of chicks, J. Biol. Chem., 138:459-466, 1941
2. Manna, L. y Hauge, S.M. A possible relationship of vitamin B₁₃ to erotic acid, J. Biol. Chem. 202:91-96, 1973

CUADRO No.6.
RESUMEN DE CORRELACIONES LINEALES Y CUADRATICAS
ENTRE PARAMETROS AGRONOMICOS, FISICOS, QUIMICOS Y NUTRICIONALES

Parametros	NPR	PER	Efic. Alim.	Prot.	Met.	Inhib. trips.	Tani- nos	Tiemp. cocción	% abs. Agua	% de Testa	Tamaño grano	Peso grano
	.013	.15	-.07	.26	-.23	-.30	-.07				.11	.08
Rendimiento	.013	.15	.17	.33	.24	.34	.39				.20	.14
				-.18	-.48*	.50 *	.15	-.46*	-.41	-.63*	-.44*	-.16
Mad.fisiolg.				.73	.48	.52	.23	.48	.77	.63	.64	.35
				.19	-.26	-.50*			.09	-.06	-.14	-.11
# granos/vaina				.19	.27	.47			.27	.06	.22	.12
				-.35	.10	.25	-.11	-.24	-.49*	-.06	-.13	.31
# vainas/planta				.35	.18	.26	.19	.25	.51	.41	.13	.33
		.90**		.07	-.16	-.34	.01		-.01		-.10	-.02
NPR		.92		.26	.17	.34	.03		.13		.27	.25
				-.13	-.15	-.30	.26				-.15	-.10
PER				.32	.18	.31	.27				.25	.39
					.17	.26	-.16				.64**	.41
Proteína					.54	.38	.27				.77	.50
						-.18	-.06				.74**	.64**
Metionina						.21	.13				.83	.66
							.30			-.58**	-.19	.60**
Inhib.trips.							.35				.67	.41
										-.17	-.20	.01
Taninos										.30	.30	.08
									.23	.02	.61**	.29
Tiempo cocción									.26	.12	.66	.29
										.27	.73**	.33
% abs. agua										.28	.90	.64
											.16	.10
% testa de grano											.22	.10
												.74**
Tamaño de grano												.87

* = 5 % de probabilidad

**= 1 % de probabilidad

El valor superior es la correlación lineal y el valor inferior es la cuadrática.-

CUADRO No. 7

REPRESENTACION DE LAS VARIEDADES POR NUMEROS EN LAS ESCALAS DE: SUPERIOR, MEDIO E INFERIOR. COLOCACION DADA POR LA INTERPRETACION DEL ANALISIS DE VARIANZA CON NIVELES DE SIGNIFICANCIA DEL 1 y 5 %.-

Parámetros	Superior	Medio	Inferior
Madurez fisiolg.	3,	2, 4, 5,	1,
Días a floración	3,	2, 4, 5,	1,
No. vainas/rama	4,	3, 5,	1, 2,
No. vainas/planta	4,	1, 3, 5,	2,
Proteína (frijol crudo)	2, 5,	4, 3,	1,
Proteína (frijol cocido)	2,	5, 4, 3,	1,
Metionina (frijol crudo)	3, 4,	5, 2,	1,
Metionina (frijol cocido)	2, 5,	4, 3, 1,	----
Inhib. de tripsina	2, 3,	-----	1, 4, 5,
Tiempo cocción	1,	2,	4, 5, 3,
% abs. de agua	2, 5,	4, 3,	1,
% de testa de grano	4, 5,	-----	1, 2, 3,
Tamaño de grano (vol.)	2, 4, 3,	5,	1,
Peso de grano (gramos)	4,	3, 2, 5,	1,

Número de identificación

Variedad

1
2
3
4
5Jutiapan D-35
Tamazulapa D-83
Rabia de gato
Icta D-145
Quetzal D-30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O

